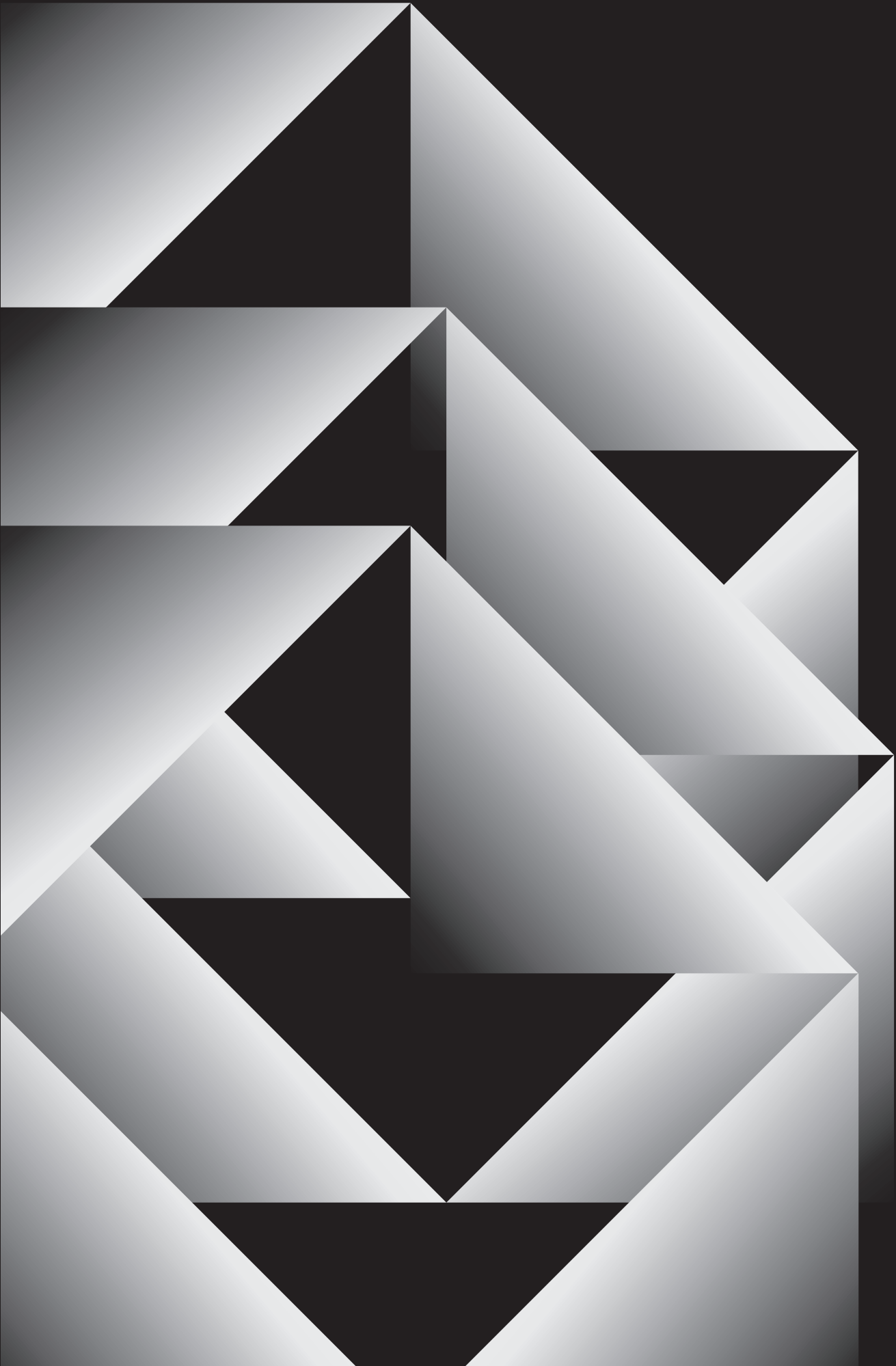


Black Box

Areti Markopoulou, Fabio Gramazio, Georg Vrachliotis, Mario Carpo

Curated by/ Curadoria Isa Clara Neves, Jorge Figueira





Within DFAB HOUSE, for the first time, six novel digital building processes have been transferred from research to architectural application. Photography: Roman Keller. Image courtesy of Fabio Gramazio – ETH Zurich.

Table of Contents

4	José Bártolo REFLECTIONS ON DIGITAL CULTURE
6	Isa Clara Neves Jorge Figueira BLACK BOX – STORIES OF THE FUTURE
11	Georg Vrachliotis GROPIUS' QUESTION OR ON REVEALING AND CONCEALING CODE IN ARCHITECTURE AND ART
23	Areti Markopoulou CITY AS THE LAB
30	Fabio Gramazio HISTORY REPEATS ITSELF – AT DIFFERENT SPEEDS
37	Mario Carpo DESIGN, AUTOMATION, AND COMPUTATIONAL BRUTALISM HISTORICAL TEXTS
43	Christopher Alexander A MUCH ASKED QUESTION ABOUT COMPUTERS AND DESIGN
49	Walter Gropius COMPUTERS FOR ARCHITECTURAL DESIGN?
52	BIOS
54	TEXTS IN PORTUGUESE / TEXTOS EM PORTUGUÊS

José Bártolo

REFLECTIONS ON DIGITAL CULTURE

In the context of the Porto Design Biennale '19 – *Post Millennium Tension* programming it was considered essential to create a moment that would allow for an in-depth reflection on digital culture and its interactions with the project and artistic areas.

Bringing together an exciting panel of speakers – Areti Markopoulou, Fabio Gramazio, Georg Vrachliotis and Mario Carpo – the curators of *Black Box – Stories of the Future*, Isa Clara Neves and Jorge Figueira, suggest a critical engagement with contemporaneity and its forms of technical mobilisation and, at the same time, a look at the history of digital evolution and its technological, social and symbolic impact.

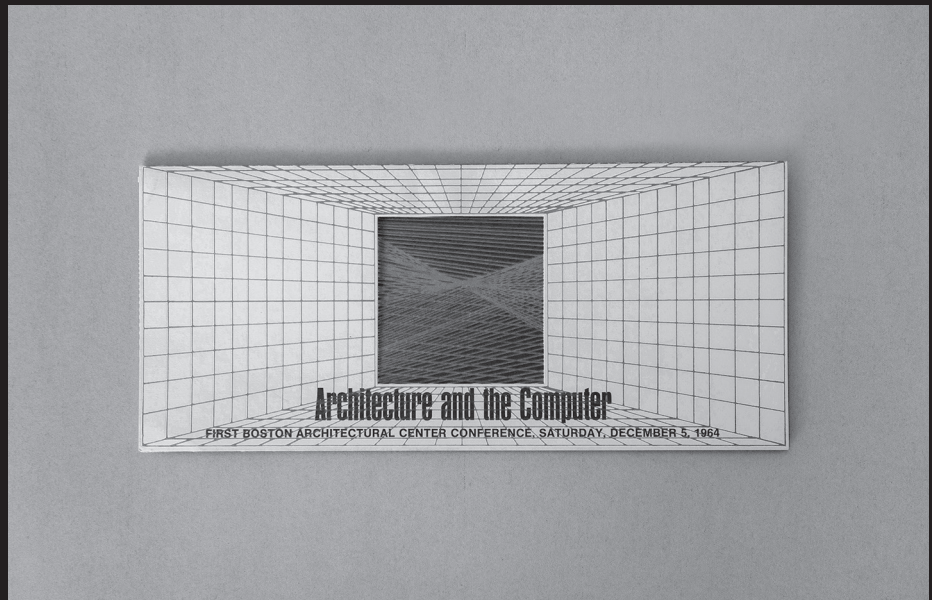
The turn of the millennium was marked by a number of dystopian phenomena, highlighted by the crises related to cyber-attacks and the widespread fear of a *bug* in the year 2000. At the beginning of the year 2000, more than 50 million computers with the Windows operating system were affected by the Love Letter worm (a self-replicating programme, which is different from a virus (its extension was: LOVE-LETTER-FOR-YOU.txt.vbs).

The end of the millennium had brought up two threats with a strong social impact: computer viruses and the AIDS virus. The omnipresent and invisible nature of both types of virus together doubled the effect of risk as a potential threat coming from inside the body itself or the increasingly intimate closeness of the personal computer. Technological development that has occurred in the new millennium has not changed this relationship with technology, marked by the polarisation between a utopian perspective and a dystopian perspective, between seduction and fear.

Perhaps this polarisation results from a need to humanise our relationship with technology at the same time as we are technologically mediated and affected by a process that is constantly developing. Consideration of digital culture in the current social, ecological, economic and political context is undeniably urgent. Based on this reflection, another one is built, about the current direction of projects, their current social effectiveness and history of the future.

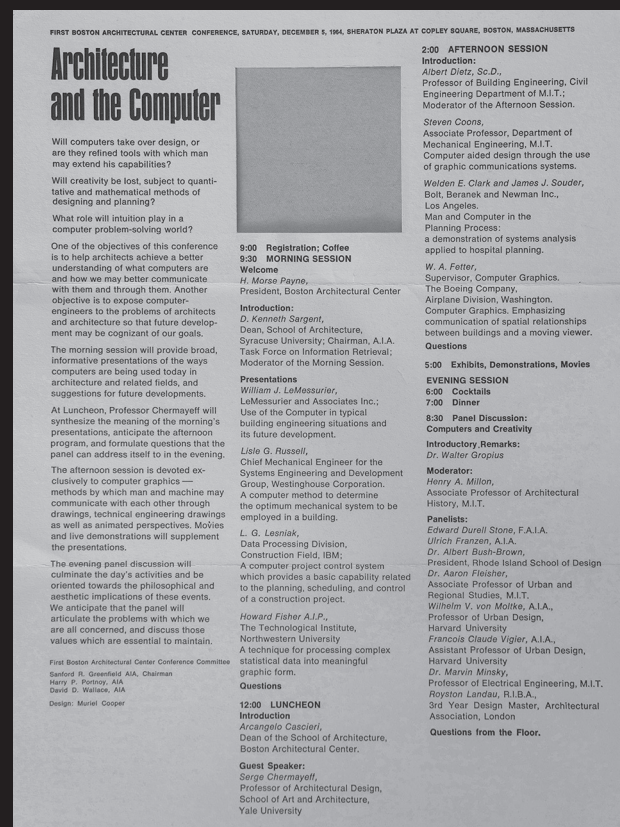
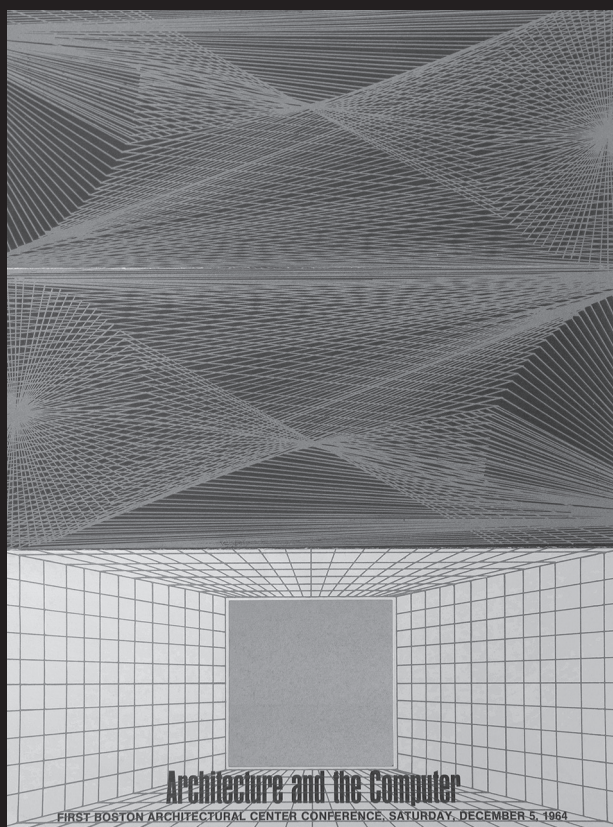
Chief Curator of Porto Design Biennale '19

Isa Clara Neves
Jorge Figueira



We know that Digital is inevitable and irreversible; and when we think about it, we evoke the present and catch a glimpse of the future. But there is still a story to tell: digital culture is not just about the future. It can be useful to reflect on this according to a historical perspective that is still somewhat obscure and unexplored – some kind of *black box* that unveils the path taken. In this sense, we went back 60 years, to the time when some designers wanted to build architectural and design machines that turned the design process into a dialogue. However, at that time, these ideas proved to be difficult to convey into practice. The existing technology wasn't advanced enough to include ideas and theoretical models. Despite the prominence of the term "Artificial Intelligence" during the 1950s and '60s, it eventually disappeared – until its re-emergence in recent times; its premises were way ahead of its time. In fact, the development of "digital architecture" does not merely comprehend the use of a new tool; is rather inseparable from a broader cultural framework. Fernando Lisboa (1960–2008), who was a teacher at the Faculty of Architecture of the University of Porto and a key-figure in the integration of computing in the field of architecture in Portugal, stated that "historical experiences show that a new tool does not automatically lead to renewed creativity or to the adequate energies to benefit from it. This fact cannot work as a sedative to stop people from trying to understand and keep on researching"¹ – thus encouraging research on new instruments, in order to increase and reach their full potential.

¹ Fernando Lisboa, "www.arquitectura" in Alves, J., Campos P., Brito, PQ (eds.) *The Future of the Internet*, Central Atlantic Editions, Matosinhos, 1999, p. 227.



Trifold Brochure. "Architecture and the Computer", Conference at the Boston Architecture Architectural, 1964. Images collected by Isa Clara Neves at the Boston Architectural College Archives. August, 2018.

During one of the first events that addressed the connection between architecture and computing – *Architecture and the Computer* – *First Boston Architectural Center Conference* (1964) – Walter Gropius stated: "I wish we architects keep an open mind towards these possibilities offered to us by science. The increasing comprehensiveness of our new tasks in architecture and in urban developments need new elaborate tools for their realization. It will certainly be up to us architects to make use of them intelligently as means of superior mechanical control which might provide us with ever-greater freedom for the creative process of design".²

Almost 70 years after the emergence of the computer, we keep discovering new tools and platforms. Digitally assisted design has been driven by technologies with diverse functional, cultural, social and economic goals. These technologies have transformed and continue to transform design by rapidly changing its processes, practices and products. The new design and assessment tools enable designers and architects to imagine, design and create new forms of construction, more ecologically sustainable buildings and new environments that interconnect or integrate themselves into physical spaces.

2 Walter Gropius, "Computers for Architectural Design," in *Architecture and the Computer. Proceedings of the First Boston Architectural*

Center Conference (Boston: Boston Architectural Center at MIT, December 5, 1964), from the department of architecture, MIT, p. 41.

The use of digital technologies in actual construction opens a new field of reflection, quite complex and with many implications. For this reason, *Black Box – Stories of the Future* will also address the new relations between design and computational potential, aiming at a better adaptation of technological improvements to design and focusing on the impact of computer sciences on design and architecture. Nowadays, the design of an object is not the main focus, but rather the possibility of creating guidelines that allow the production of said object – an issue that many educational institutions for design are exploring.

In short, we are interested in reflecting on an era that began in the 1950 and gained a new expression in our time – despite all its ups and downs, breakthroughs and setbacks. Until the beginning of the new millennium, one could say that the “material” was transferred to the “digital”, thus creating the *Big Data*. Nowadays, the designers/architects aim to transfer the “digital” to the “material”. And we currently have access to computer-operated machines that allow us to accomplish said process. For example, students and researchers can work with these machines at digital manufacturing and robotics laboratories.

With the beginning of the millennium – particularly during the decade that is now ending – “Artificial Intelligence” became part of architectural and design production. Understanding, debating and framing this transformation are the key starting points of 21st century design. Hence, it is important to reflect on what is actually changing: what are the possibilities of digital production? What can we learn from the past about rule-based design and design science? What are the possibilities of digital tools? In addition to the new digital production institutions that are successively inaugurating, is it also crucial to promote a design theory that comprehends a computational perspective? Who will lead this paradigm shift, where Digital materialises like never before?

The *Black Box – Stories of the Future* will contribute to establish a critical view of the influence of computer technology on design and architecture, thus promoting a reflection on emerging technical paradigms that are strongly reshaping the way we live.

Curators of *Black Box - Stories of the Future*

GROPIUS' QUESTION OR ON REVEALING AND CONCEALING CODE IN ARCHITECTURE AND ART

"Will it [...] be necessary to educate a new profession of architectural assistants for the purpose of articulating the problems to be solved into the proper language of the computer?"¹ Walter Gropius, Bauhaus founder and one of the most famous architects of the twentieth century posed this question to the audience at the *First Boston Conference on Architecture and the Computer*. It addressed a topic that was on the minds of many architects present in the ballroom of the distinguished Sheraton Plaza Hotel. The audience was curious, but not only because such a renowned figure was invited to speak at the first architecture conference on the topic of the computer – Gropius was in the middle of planning the satellite city named after him in Berlin, and eighty-one at the time, meaning he was also the oldest speaker at the historical symposium. Hence, this was the first time that the potential and limits of the computer in architecture were discussed on such a distinguished level.

H. Morse Payne, president of the Boston Architectural Center and an assistant of Walter Gropius, welcomed the audience with the following words: "Our topic, the computer, seems the most timely, the most urgent, the most serious subject that we could bring to the profession".² He went on to diagnose the profession as "steeped in time-honored traditional methods of approaching architectural assignments, but this machine, a product of our day and our time, might require us to change and approach our task in some new manner. So, we must begin to explore the subject immediately".³ Payne's short introductory speech was more than a challenge to the architects present – it had the character of a public appeal directed at architecture as an entire discipline. It was time to finally hop on the bandwagon of technical progress and begin researching the computer and its potential for architecture.⁴

Yet no one was really sure just how to approach these new machines, despite the pioneer spirit Payne was trying to arouse at the architectural center that evening. Technologically speaking, the computer was completely new ground for architects at the beginning of the 1960s, and was mostly seen as an artifact by technicians for technicians – except in large planning and construction firms, where it was already being applied as an administrative calculating machine. However, the actual thought of drawing or even entering into a "dialog" with computers must have sounded like the beginnings of a remote, futuristic architectural practice. Most architects could not even fathom how or where computers might be integrated into their practice's diverse creative design and planning processes – and any ideas of what a computer actually was or even looked like were mainly derived from photographs of massive mainframe computers bathed in cold, bright light and stylized to represent the sober, rational world of applied mathematics.

1 Walter Gropius, "Computers for Architectural Design," in *Architecture and the Computer. Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference* (Boston: Boston Architectural Center at MIT, December 5, 1964), from the department of architecture, MIT, p. 41.

2 H. Morse Payne, "Welcome," in *ibid.*, p. 1.

3 Payne, *ibid.*

4 Payne, *ibid.*

It was an unfamiliar world of codes and programs, but with a mysterious and seductive sheen that was nevertheless mesmerizing.

An architect could not imagine ever being able to operate a computer in the design process, let alone program it – not only because they lacked the knowledge, but also because (and for many this was the true reason) they did not feel that using computers was part of a designing architect's job. Two separate worlds were colliding here: the creative and intuitive designing universalist, and the performative technician who also happened to hold the knowledge about this new world. So, what would Payne's suggestion to explore the computer as an architectural tool actually look like? The hands-on, manual operation of computers was delegated to engineers or the administrative areas of construction planning. Which is why the skeptical question "[B]ut what about us, the designers?"⁵ was raised in Boston.

Gropius' answer was short and sweet. "Still I believe, if we look at those machines as potential tools to shorten our working processes, they might help us to free our creative power".⁶ Believing that the machine could shorten the working process and liberate creativity was – or, better said, is – a widespread attitude in architecture. However, the most interesting aspect for this discussion lies in Gropius' question at the start of this essay. He was talking about a "proper language of the computer" and the "architectural assistant". In order to apply the computer to the field of architecture in a useful manner, a translator was required that knew the language of both the computer and architecture. If architects were ready to consider computers as a viable architectural tool, as Payne calls for in his introductory speech, it would be necessary to assign a decisive function to Gropius' idea of the architectural assistant. Almost four decades later, and in view of increasingly complex computer programs, it is also important to discuss whether architecture is still a field consisting of specialists, translators, and architectural assistants – or whether the now largely university-engendered profession of architects, who have become algorithm-designers themselves, may be taking the lead. It seems we still owe Gropius an answer.

ABOUT DRAWING AS GESTURE

Drawing has historically been considered a fundamental medium for architects and engineers. The architect uses drawing in the form of sketches, ground plans, perspective views, and for presentation and design, so as to give form to the abstract contours in his or her imaginary world – yet, far more importantly, the act of drawing is also a means of inter-subjectively visualizing the mediarelated traces of one's own thoughts. "Geometry and line"⁷ can articulate, communicate, and intensify knowl-

5 Natalie Jaffe, "Architects Weigh Computer's Uses," *New York Times* (December 6, 1964).

6 Jaffe, *ibid.*

7 Werner Oechslin, "Geometrie und Linie. Die Vitruvianische 'Wissenschaft' von der Architekturzeichnung", *Daedalos* 1 (1981), p. 20ff. See also

Winfried Nerdinger (ed.), *Die Architekturzeichnung. Vom barocken Idealplan zur Axonometrie. Zeichnungen aus der Architektursammlung der Technischen Universität München*, exhibition catalog Deutsches Architekturmuseum Frankfurt, Munich, 1987.

edge contained inside the mind. In terms of an instrument, drawing is related to writing – regarding the free movement of the hand, the consolidation of one's own thoughts, or the individual character of one's handwriting.⁸ The act of drawing is a gesture in Vilem Flusser's terms, who conceptualizes writing as a gesture.⁹ Flusser very roughly defines gesture as primarily "a movement of the body or of the tool connected to it, for which there is no satisfactory casual explanation".¹⁰ Writing and drawing are closely related. They are both a "phenomenolization of the thought process".¹¹ First, the algorithmization of the drawing process, which began in the age of cybernetics, triggered a ripple of conceptual and methodical uncertainty throughout the field of architecture, which then changed architectural drawing as a genre, and even more, architecture as a discipline. The intuitive dialog between the performative hand and the creative eye was severely damaged, for one, because when the computer arrived, the traditional idea of the connection between drawing and seeing, and also of drawing as seeing, was subject to scrutiny by a new technical knowledge and the associated operational criteria.¹²

THE HIDDEN CODE: DRAWING INSTEAD OF PROGRAMMING

Only a few years after the historical conference in Boston, a young architect by the name of Nicholas Negroponte founded the *Architecture Machine Group*. It was the first center for architectural computer research and later renamed *Media Lab*, almost as though he was taking Gropius and Payne literally. It immediately calls to mind photos of architects in checked shirts surrounded by circuits and drawing plotters, concentrating on the slightly curved glass surfaces of their small computer monitors. They drew simple line drawings or assembled them using a collection of prepared drawing elements, looking very serious while doing so, on computers that would be unbelievably expensive for today's standards. The serious treatment of these machines was – and this has not changed much apparently – an attempt to develop tools for the architectural production of tomorrow: "imagine an architect [...] seated at a computer console of the future".¹³ A sequence of images in Negroponte's book about the *Architecture Machine Group* demonstrates the difficulty involved in this task. They show the hands of a man sitting in front of a typewriter-like machine gesticulating while trying to operate it. The caption states: "In these few seconds the user of this terminal has said more to the machine in hand-movement language than in any string of text, but it is all unheard. This particular person has never used a machine before; he does not know what a language is without

8 See Walter Koschatzky, *Die Kunst der Zeichnung: Technik, Geschichte, Meisterwerke*, Munich, 1999.

9 See Vilem Flusser, *Gesten. Versuch einer Phänomenologie*, Frankfurt am Main, 1997, pp. 32-41.

10 Flusser, *ibid.*, p. 8.

11 Flusser, *ibid.*, p. 35.

12 See Georg Vrachliotis, *Geregelte Verhältnisse. Architektur und technisches Denken in der Epoche der Kybernetik*, Vienna, New York, 2011.

13 Steve A. Coons, "Computer Aided Design", in *Architecture and the Computer. Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference* (Boston: Boston Architectural Center at MIT, December 5, 1964), from the department of architecture, MIT, p. 26.



Image series from *The Architecture Machine*, 1970.

gestures".¹⁴ The last statement, "a language without gesture" is particularly interesting in relation to Flusser. It is easy to describe writing as a gesture, which is clearly seen in the sequence of images. Yet it is worth noting that NegroponTE interpreTS working with computer code as using a language with out gesture. Here, he identifies a hurdle that we are still trying to overcome in architecture: programming, in other words, working with code, in contrast to drawing, is an undertaking without gesture.

The mathematician Ivan Sutherland, a Ph.D. student of Claude Shannon, was also aware of this hurdle while he developed between 1961 and 1963 a revolutionary computer graphic program, which he called *Sketchpad*¹⁵.

Sutherland believed a user should be able to operate a computer on a visual basis, and not only on a mathematical and logical basis. The program codes for machine commands, which originally were only in written form, were supplemented and replaced in *Sketchpad* by "drawn" commands. NegroponTE's "language without gesture" became a "language with gesture": it became drawing. Sutherland utilized a new technology called "light pen", developed by military radar research, which made it possible to "draw" directly onto the monitor and change the drawing on various levels.

Two years after Sutherland launched his program, mathematician Douglas C. Engelbart developed the "pointing device", an innovative, optical input

14 Nicholas NegroponTE, *The Architecture Machine Group*, Cambridge/Mass., 1970, p. 13.

15 Ivan E. Sutherland, *Sketchpad. A man-machine graphical communication system*, Lincoln Laboratory Technical Report no. 296, Massachusetts Institute of Technology, January 1963.

tool that replaced the light pen that was used to draw directly onto the monitor. It was initially a small, manually maneuvered wooden box, which would later become known as first the “optical mouse” and, ultimately, the “computer mouse”. Architects took to Englebart’s invention very quickly. In 1968, some years later, architect David Evans introduced Englebart’s invention at the *First International Conference on Architecture and Computer Graphics*.¹⁶ It showed that an architect could create and change a drawing much more elegantly and precisely with this tool than with the awkward pencil that was attached to a cable and had to be used directly on the monitor. “If the use of computers by architects is inevitable, then, clearly the problem must be faced of how architects are to ‘talk’ to the computers.”¹⁷ This articulates one of the core challenges at the *Computer Graphics in Architecture and Design* conference at Yale in 1968. Steve Coons, computer pioneer und mentor to the young Negroponte, stated confidently that “[n]o architect wants to become or should want to become an expert computer programmer. Architects want to do architecture. City planners want to do city planning. They don’t want to have to invent and manufacture the pencils they use. They want to have them at hand. The computer is a tool. We want to arrange matters so that the computer can be used as naturally and easily as a pencil [...]”.¹⁸ As could be expected, this statement was met with great approval by the architectural profession, in view of the fact that architects above all were traditionally considered designers who used drawing to communicate their ideas. According to Coons’ concept of technology, it was the new technology that had to change to meet the needs of designing architects, and not the architects who had to adapt to their tools. They should not have to learn, bearing Negroponte in mind, the “language without gesture”.

THE REVEALED CODE: PROGRAMMING INSTEAD OF DRAWING

During the “tool building” trend in America, an artistic and philosophical branch of computer graphics was being developed in postwar Europe that differed from Coon’s and Negroponte’s approaches in various ways. Computer graphics were being programmed and not “drawn”. The productive twilight of cybernetics, art, and philosophy led to an experimental programming culture that would spawn a completely new artistic type.¹⁹ The three central figures of this code culture were the two young mathematicians Frieder Nake and Georg Nees, and their philosophical mentor Max Bense. Nake and Nees turned programming into a modern form of an aesthetic craft²⁰

16 See David Evans, “Augmented Human Intellect”, in *Computer Graphics in Architecture and Design. Proceedings of the Yale Conference on Architecture and Computer Graphics*, (April 1968), ed. by Murray Milne, New Haven, 1969, p. 62ff.

17 *Computer Graphics and Architecture. Program Statement: On the Relevance of Computer Processes, specially Computer Graphics, to Architecture*. Unpublished document, Warren McCulloch Archive, American Philosophical Society.

18 Steve A. Coons, “Computer Aided Design” in *Computer Graphics in Architecture and Design*, see note 15, p. 9.

19 See Frieder Nake, “Informatik als Gestaltungswissenschaft: Eine Herausforderung an das Design” in *Algorithmik, Kunst, Semiotik. Hommage für Frieder Nake*, ed. by Karl-Heinz Rödinger, Heidelberg, 2003, pp.142–165.

20 See Hans Dieter Heilige, “Zur Genese des informatischen Programmbegriffs: Begriffsbildung, metaphorische Prozesse, Leitbilder und professionelle Kulturen”, in *Algorithmik, Kunst, Semiotik. Hommage für Frieder Nake*, ed. by Karl-Heinz Rödinger, Heidelberg, 2003, pp. 42-75.

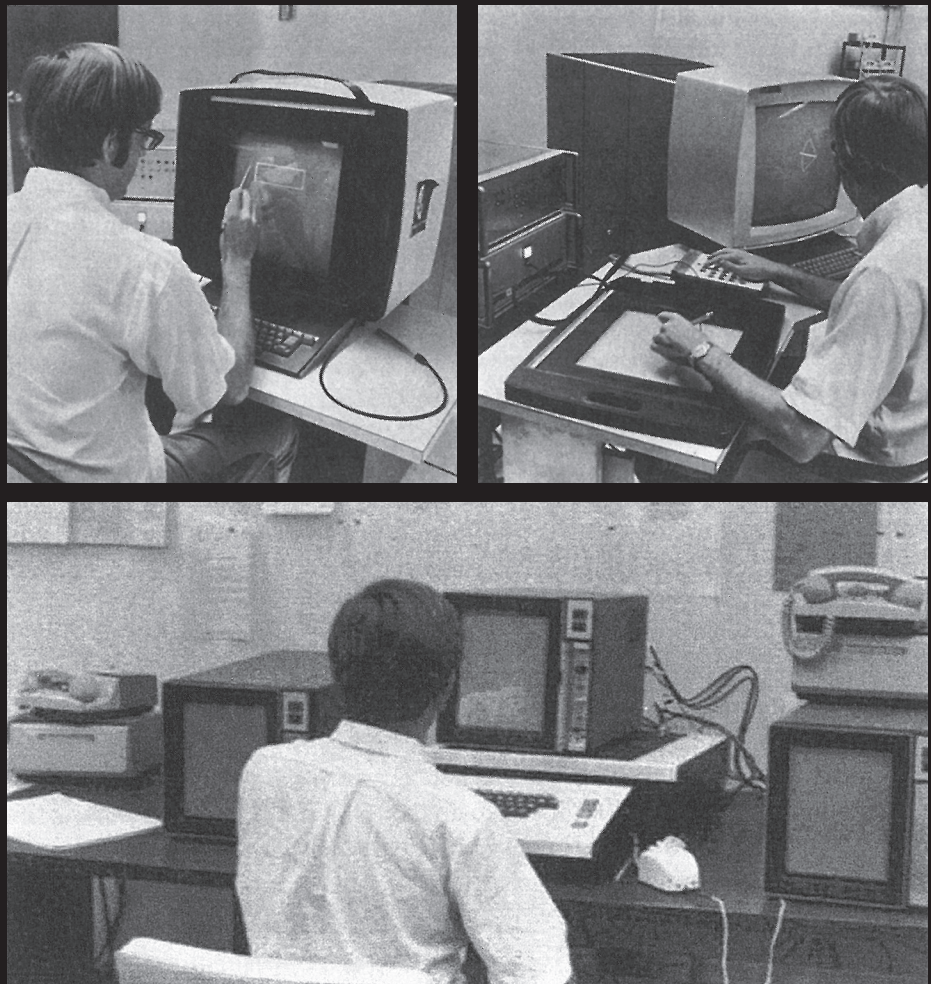
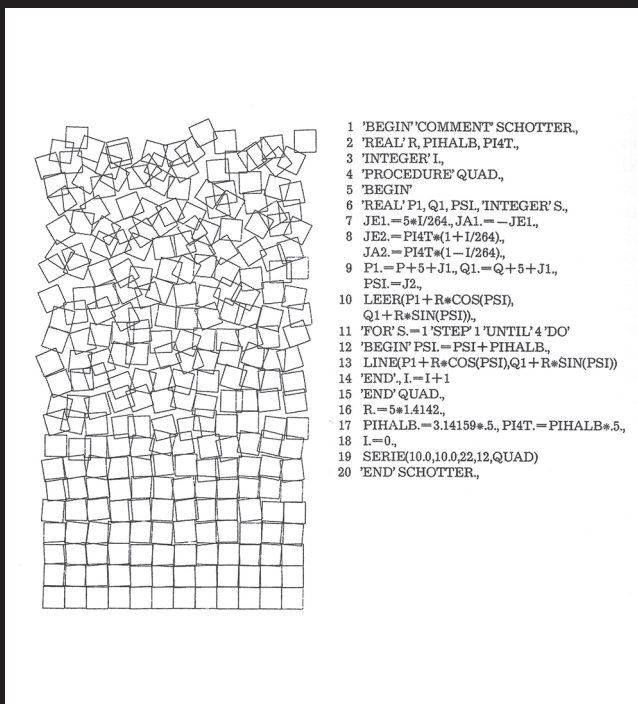


Image series from *The Architecture Machine*, 1979 (collected and arranged by the author).

and Bense brought this craft to a new theoretical level. In the process, a close reciprocity developed between the aesthetic craft and the aesthetic theory: on the one hand, Nake's and Nees' line drawings seemed to contain traces of Bense's art theory. Yet on the other, many of Bense's essays could be read as philosophical decoding aids, which were imperative to understanding the abstract aesthetics of Nake's and Nees' programmed residual images and chance graphics. While playing on the machine, small drawings were created that displayed sometimes ordered, sometimes erratic and irregular patterns of seemingly chance clusterings, superimpositions, textures, and fine patterns, made from points, lines, or circles. Some of these machine drawings could be traced to an error in the programming, thus creating chance patterns. The visual results of the faulty program amazed the young mathematicians at the computer center. At the same time from an art theoretical perspective, it was clear that these small black and white drawings harbored an unimaginably explosive force. Programming a drawing in this context entails thinking on the level of a machine code, regardless of what the drawing will represent, which program language will be used, or which system will be coded. Working on the level of computer codes means using machine logic.²¹ A code consists here of symbolic signs and is nothing more than "text, basically text"²²,

21 See Gabriele Gramelsberger, in Georg Vrachliotis, *Code: between operation and narration*, Birkhäuser, 2011.

22 Frieder Nake, Letter to the author, May 2008.



Frieder Nake's contribution to the exhibition *Cybernetic Serendipity. The Computer and the Arts*, 1968, at the Institute of Contemporary Arts, London .

as Nake himself emphasizes. The computer becomes a type of semiotic, technical artifact – or, in the words of the computer scientist Wolfgang Coy, a “semiotic machine”²³. Seen in this light, computer graphics could be interpreted as the aesthetic trail of a text, which is unique because it can be read from two perspectives: by humans, even if it involves a certain level of difficulty, and by machines as an operational code. Drawing with code means operating with text.

Nake's and Nees' first computer graphics shifted the emphasis from methodology to technology, giving the program theory a completely new twist. This was demonstrated very clearly by the *Computergrafik – Programme*²⁴ exhibition, which was organized as early as 1965 and where Nake and Nees showed some of their earlier works. However, they showed more than their graphics, they also presented the program code that accompanied it. In other words, they showed the

structural source and not only the result. The picture hung next to its code, and the code next to its picture. The form, or the image, was separated from its structure, the code. Displaying a code in this way, like a work of art hanging on the wall, was more than a didactic effort to convey a then new machine in an intelligible manner. This logical display of the bond between the artwork and the method, of computer graphics and program code, became a prerequisite of that which, in art and architecture, would eventually lead to a new faith in the mathematics of the machine.

As if it were possible to push the hidden structure of an artwork and the computer from the inside to the outside, one made use of a double demystification: that of the artistic creative process on the one hand, and on the other that of the logic of the machine. The fact that a part of the stir created by the computer graphics paradoxically lies in the machine's functional logic is all the more evident given that, from a design perspective, demystifying the machine also means demystifying the author. The technical basis cancels out the question of artistic creativity when it is evident that the author is not only a machine, but also a simple set of systems.

Nake's intention to display the simplicity of the program code in order to show how complex, but also how aesthetic, structures generated by code can be, made a mockery of the conservative discussion about the relationship between art, architecture, authorship, and technology. At the same time, however, any discussion involving code was no longer just a means to an end, aimed at calculating a largest amount of data in

23 Wolfgang Coy, “Aus der Vorgeschichte des Computers als Medium”, in *Computer als Medium*, ed. by Norbert Bolz, Friedrich A. Kittler, and Christoph Tholen, Munich, 1994, p.19.

24 See “computer-grafik” published in the series edition *rot*, text 19, ed. by Max Bense and Elisabeth Walther, Stuttgart, 1965.

the shortest amount of time; it now formed the conceptual basis for an aesthetic avant-garde.²⁵

Max Bense, for whom epistemological access to the world could only be found in the semiotic, saw Nike's and Nees' programmed graphic as the first eyewitnesses to a future technical world of which he had always spoken so passionately. Bense wrote in his essay on "Projekte generativer Ästhetik" (Generative aesthetics projects), published in 1965 in his fundamental book *Aesthetica*: "In general [...] the 'artificial' differs from the 'natural' production category by the introduction of a *Vermittlungsschema* (communication schema) between the creator and the work that consists of a program and a program language, which introduces an unusual division of labor to the aesthetic process".²⁶ Bense was convinced that humans needed to be fully integrated into the world of science and technology, to intellectually incorporate themselves and to be incorporated by it.²⁷

A SYMBOLIC MACHINE AS A KNOWLEDGE-PRODUCING OBJECT FOR ARCHITECTURE?

The treatment of Bense's *Vermittlungsschema* marked an important difference between European and American origins of computer graphics. While the American version is mainly a history of tools without a philosophical foundation, in other words a history of pure tool building, the European, and in particular German, history of computer graphics often runs the risk of getting tangled up in an impenetrable web of philosophy and semiotics. The theory that is missing on one side is overabundant on the other. The lightness of one is the weight of the other.

Since "buildings without drawings"²⁸ and "programming culture in the design arts"²⁹ are popular topics today, it might be interesting to examine which of these two forms has actually proven more effective, useful, or to put it bluntly, better in one way or another for architecture. Nike shows us one productive way out of this comparison in his 1974 book entitled *Ästhetik als Informationsverarbeitung* (Aesthetics as Information Processing).³⁰ There is a short section in the book where he speculates about the computer's potential influence on architecture. Nike makes an assumption that would interest any architect designing with a computer today, who contextualizes his or her actions, or, who constantly questions how the computer changes his or her ideas regarding architecture. He states that architects had an experience similar to that of linguists "when trying to solve problems with computers [...]. They discovered that their knowledge about their field of expertise was greatly limited. The infiltration of a new machine, a new production instrument, proved to be an inspirer and

25 See Georg Trogemann and Jochen Viehoff, *CodeArt – Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praktik*, Vienna, New York, 2005.

26 Max Bense, *Aesthetica. Einführung in die neue Ästhetik*, Baden-Baden, 1965, p. 338.

27 See Max Bense, *Technische Existenz. Essays*, Stuttgart, 1949.

28 See Mike Silver (ed.), *Programming Cultures* (Special Issue), *Architectural Design* 76, July 2006), pp. 46–56.

29 Silver, *ibid.*, pp. 5–11.

30 Frieder Nike, *Ästhetik als Informationsverarbeitung. Grundlagen der Informatik im Bereich ästhetischer Produktion und Kritik*, Vienna, New York, 1974.

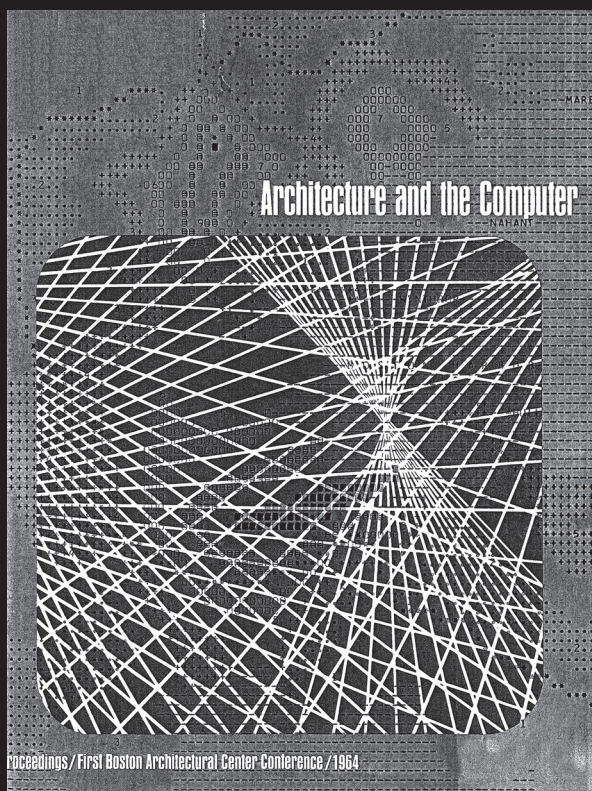


Image series from *The Architecture Machine*, 1979 (collected and arranged by the author).

a motivator. It was a source of new insight, and an innovative means of gaining knowledge".³¹ These are two interesting sentences. Nike presents us with a bouquet of metaphors in an attempt to illustrate both the computer's function and relevance for architects. He also refers to linguistics, which is presumably a reference to the revolutionary wave of inspiration at end of the 1950s brought on by the work of computer linguist Noam Chomsky³², which caught the attention of not only Bense, but also of architects such as Christopher Alexander. Nike goes on to speak of the "infiltration of a new machine" into architecture, of "production instruments", of "inspirer and a motivator", and of the "source". Not only for "new knowledge", but – and Nike now makes a fine differentiation – also for a "means of gaining knowledge". At first this use of metaphors might seem random, and perhaps even a bit excessive. But that is not the case at all. Nike is trying to describe something that is very difficult to visualize for the field of architecture and computer. He is producing conceptual images of research.

Nike's term "production instrument" is based on an interesting premise. He claims that the computer led architects to discover that "their knowledge about their field of expertise was greatly limited".³³ Could this be a symbolic machine as a knowledge-producing object for architecture? Is it merely a challenging assumption or perhaps the sharp observation of a mathematician, who students, in the 1960s in Stuttgart, wanted as a professor of architecture?³⁴ What is actually produced in architecture by, and with, the computer? And what role does this so-called production instrument actually play for the process of research to which Nike refers metaphorically in his statement? It seems architecture finds itself in a paradox, one that Gropius with his question may well have anticipated, but whose detailed contours he could never have imagined. Operating with code contradicts the inherent wealth of gesture in drawing, in its function as a principal cultural medium. However, this absence of gesture, or the "language without gesture", enables a multifarious and perhaps provocative view of architecture. Because Nike attempts to describe this metaphorically, he does not actually formulate an answer to Gropius's original question. He rather shifts the line of vision: architecture does not look to code, code looks to architecture.

The seemingly contradictory, unresearched field of drawing, programming, and gesture (understood as a concealing and revealing of code) might be an instructive point of departure for a new narrative of architectural history, that is, not traditionally as an account of construction and

31 Nike, *ibid.*, p. 332.

33 Nike, see note 30, p. 332.

32 See Noam Chomsky, *Syntactic Structures*, The Hague, Paris, 1957.

34 Frieder Nike, letter to the author, April 28, 2008.

style, but as an account of technical systems and practices. It might also lead to understanding the shift of focus from the “product of meaning” to the “production of meaning”³⁵ in today’s media and cultural sciences, not only as an incidental and secondary means of interpretation, but as a means of interpretation with a fundamentally different emphasis and that is accepted as thoroughly equivalent. The code’s middle-man, which Bense called the *Vermittlungsschema*, can be developed into an architectural and media historical interpretation of architecture, via a critical comparison of both practices – of the natural and the artificial, of drawing and programming.

“Gropius’ Question or On Revealing and Concealing Code in Architecture and Art” was originally published in *Code: between operation and narration*, Birkhäuser, 2011, p. 75.

³⁵ “Editorial”, in *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung*, ed. by Lorenz Engell and Bernhard Siegert, Hamburg, 2009.

CITY AS THE LAB

A critical aspect of the contemporary digital fabrication experimental community's operation is that many times, researchers, students and academics enclosed in our research circles and our highly equipped laboratories, we develop advanced technological products that don't necessarily include or even impact vast communities of people.

Architectural research laboratories and scholars around the world integrate (and evolve) the potentials of the computational design and digital fabrication technologies to develop scientifically "outstanding" and "groundbreaking" projects in crossing traditional boundaries of architectural-engineering disciplines, or research-industry operations. Though, one could argue, these novel projects do not necessarily respond to broader social, environmental or urban decision making processes and contexts.

Scholars and scientists, we mainly measure innovation and the impact of our research through publications, citations, or possible patents; goals that are useful and valid but not entirely enough if we are searching to impact a variety of agents and communities that form and inhabit our built space or eventually take decisions for it.

At the Institute for Advanced Architecture of Catalonia, a research and education centre in Barcelona, we are developing new methodologies that can contribute to increase research impact by exposing our research work outside the sterilized and enclosed laboratories. In many projects developed, the City itself becomes the laboratory of experimentation and action, allowing both researchers and the work itself to be exposed to different stakeholders such as city administrations, citizens, industry and other professionals.

Following the unprecedented challenges related with social, environmental or economic aspects our world faces today, we architects as protagonists in the creation of the built environment we are urged to not only research but also apply radically new ways of designing, managing and constructing. Applied research and pilot projects should be a common methodology of the experimental community, seeking to collaborate, therefore, with public and private bodies in the city; with industry and city administrations. The pilot projects in their turn, should be thoughtfully developed and widely shared in order to contribute in the highly required mindset change for the emergent futures. Rather than just exploring technologies to test their limits or potentials, the work we are developing in (or outside) our laboratories should always be contextualized and piloted in ways that can be evaluated in terms of social impact, economic feasibility and cultural meaning.

The increasing digital connections and the rise of the Internet 2.0, for instance, boosted a highly participatory culture.¹ More and more people are becoming familiar with the idea of participating in the design and production of everything that surrounds them while cultures of open source

1 E. Brynjolfsson, A. McAfee, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, New York,

W. W. Norton Company. 2016, first published January 2014.

design, human-machine collaboration, digital crafts and technologies of customized manufacturing enhance the possibilities for participatory design. Architecture becomes more collaborative and socially driven, and technology is the means to enhance architecture as a platform, where different disciplines meet and which people can use to improve their quality of life.

Developing research and projects around urban, social, environmental or economic and political manifestos should become even more relevant than doing so around technological or design complexity manifestos, without, of course, one discarding the other.

COLLECTIVE DIGITALLY FABRICATED BUILDING PROTOCOLS

In 2010 a group of faculty, students and industry collaborators at the IAAC, have entirely digitally fabricated a 60 m² house, inside the school's laboratory facilities, exclusively using two medium scale Computer Numerical Control (CNC) machines. The project, named Fab Lab House, is the first house entirely fabricated in a Digital Fabrication Laboratory of a school. Its design is based on computational design optimization for solar energy capture and energetical self-sufficiency, while a website of the project allows any user to access the 3 dimensional files, customize the form on the local solar path, download the manufacturing files and produce it locally using local resources of both materials and labor. The house has been part of the European Solar Decathlon competition and has been built, exposed and monitored in real environmental and inhabiting conditions.

In this case study, the technologies of algorithmic design, digital fabrication and the open source culture have been used to create a manifesto for the community of all designers, manufacturers and end-users. On the one hand, the project was a pilot project proving that it is possible to scale up principles of DIY (Do It Yourself), customized and local fabrication to the building and architectural scale.² On the other hand, the pilot project showcased a shift on traditional ideas of materiality and physicality in construction; the new idea presents buildings as objects that do not have only a dimension related with atoms (physicality) but an additional one related with bits (digital). Bits, thus, can be transported using the high speeds of internet at low environmental and at no economic cost anywhere in the world.³ Bits can be designed anywhere in the world and can be downloaded, customized and fabricated on site using local materials and resources following local cultural or environmental aspects.

The advances of digital fabrication, as well as the decrease of both prices and complexity for their acquisition and their use, is one of the main reasons that allowed a big number of small schools, institutions or even individuals to create laboratories for experimentation and research. The increasing community of laboratory users in its turn, brought new demands and as a result today we are able to choose among (or even

2 N. Gershenfeld, "Fab: The Coming Revolution on Your Desktop-from Personal Computers to Personal Fabrication", 2006.

3 N. G. Carr, *The big switch: rewiring the world, from Edison to Google*, New York, W. W. Norton & Co., 2008



Axonometric views, solar analysis and final views of the Fab Lab House, IAAC, 2010.

create) a big variety of accessible in size, low cost and mobile CNC machines and robots.

The mobile robots coupled with the principle of local and sustainable construction are the main protagonists in a joint research that IAAC is developing with UN Habitat on the potential of additive manufacturing (3d printing) of earth architecture for affordable and sustainable housing in Africa.

The research initiates with the goal to bring academic research in real case scenarios and have set-up a unique multidisciplinary approach between architects, researchers, industrial partners and members of humanitarian associations to answer the current needs and challenges of our habitat, and in particular the United Nations' Sustainable Development Goal 11 (SDG11): "Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable". To reach this goal, the research focuses on the potential use of locally sourced recyclable materials for housing solutions (earth based materials), on the potential of 3d printing to produce complex geometries with climatic and structural performance (algorithmic design) and on the potential of robotic technologies to improve the construction site (on site robotics). Furthermore, the research is being developed based on the engagement of the population in the construction process (education and knowledge sharing in open source), as well as on the possibility to answer complex humanitarian situations (the generation of new social, economic and environmental capital).

A series of building, urban and rural solutions have been developed by IAAC on case studies of UN habitat interest, based on previous research on 3d printed earth architecture that IAAC has been conducting with the goal of 100% natural, locally produced, circular and passive performance constructions.

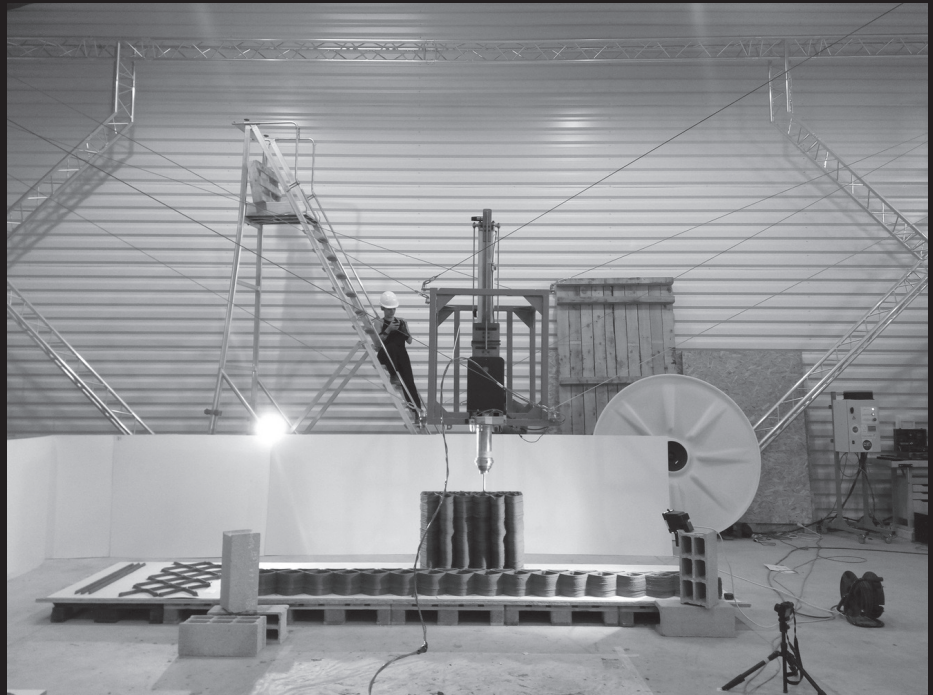
Although the vast majority of solutions for affordable housing and humanitarian scenarios usually exclude the use of advanced technology such as robotics and additive manufacturing, the development of the current research led to the reevaluation of their potential. Use of local materials and craft culture, combined with open source digital platforms can reduce the dependency on imported materials and globalized, massively produced solutions.

The deployment of robotic construction infrastructure can be a vector of community enhancement by passing knowledge and training voluntary groups of local workers that can participate in the different phases of construction, ensuring cultural inputs and local traditions while establishing a new construction paradigm where technology adapts to and enhances cultural expression. Additionally, the use of mobile, easily transportable and assembled robots that can cover big construction areas, become a key aspect in order to reduce the impact of transporting big machinery on site enhancing thus, possibilities for “on site construction” or the creation of “pop up” factories close to the construction site.

These robots can be small scale collaborative robots, cable bots or drones. Combining such technologies with performative design and additive manufacturing we are able to produce quick, sustainable and affordable housing on demand. Considering that up to 1.6 billion people lack adequate housing today and that in the next 15 years a daily average of 100.000 houses will be needed to house the increasing population, then being able to build quick, affordable and in remote areas becomes a necessity.

COLLECTIVE DIGITALLY DESIGNED URBAN PROTOCOLS

Digital design applied research today is not only related with fabrication, matter, robots and machines; and is not only limited in the building or the pavilion scale. In the last decades, following digitalization, big data and the applications of evolutionary algorithms in design, digital design opens up to include novel processes and informed operations that follow real time data collection driven by the “monitoring” of urban built environments and human behaviors. The applications, for instance, of artificial intelligence or machine learning for the creation of predictive models in the urban design and planning become every time more relevant for the city administrations, industry and the citizens of contemporary cities. Enhancing interaction between humans and machines or using virtual machines for empowering people in the creation of the urban built environment become as crucial as including them in the process of the creation and fabrication of their buildings/housing as we have previously described. How can, then, research on digital technologies developed in the laboratories of experimentation, positively impact user communities that inhabit the urban space or the decision makers that eventually take decisions for it?



Cable Robot customized with a nozzle for creating a large scale 3d printer, IAAC Open Thesis Fabrication in collaboration with Tecnalia, 2019.

In order to serve users and local culture and in order for decision makers to take informed, contextualized and citizen-based decisions we need to understand user's needs and desires.⁴ Data sets that are the outcome of human behaviour might be significant, but they stay short, if they are observed externally and analysed statistically as the sum of individual's values that feed computational algorithms.

Following this fact, which represents the current processes of digital urban analytics, one could argue that such processes are still based on a profoundly linear approach where each citizen's lifestyle feeds machines with data, but citizens themselves take back no direct information⁵ that could result in behavioural change and consequently in alteration of the new input data for the machine.⁶

A way to expand the capabilities of using computational and algorithmic design is to combine machine intelligence with cognitive and crowd intelligence⁷ that can be found in the arena of cities. Creating, therefore, design models that are based on a circular feedback thinking⁸ that systemically merge bottom up and top down processes⁹ while they are bidirectional; meaning models that allow designers to be educated about the citizen's desires and needs, but citizens, in their turn, can be educated about the impact of their desires, so that behavioural change can emerge.

4 J. Jacobs, *The Death and Life of Great American Cities*, Vintage (New York) 1992 (originally published in 1961).

5 U. Haque, 'Architecture, Interaction, Systems', *AU: Arquitectura & Urbanismo*, no. 149, 2006.

6 W. Brodey, "The design of intelligent environments: Soft architecture", *Landscape*, vol. 17, no.1, Autumn 1967.

7 J. Surowiecki, *The Wisdom of Crowds*, Anchor (New York), second edition, 2005.

8 G. Pask, *Conversation Theory: applications in Education and Epistemology*, Elsevier, (New York), 1976, and G. Pask, *The Architectural Relevance of Cybernetics*, *Architectural Design*, September issue No 7/6, John Wiley & Sons Ltd (London), 1969.

9 S. Yiannoudes, *Architecture and Adaptation: From Cybernetics to Tangible Computing*, New York, Routledge, 2016.

Such processes could eventually bring radical positive impact and local custom solutions for the different urban environments.

In the pilot projects developed by IAAC City & Technology program in the case studies of Mumbai (Responsive City, 2016) and Barcelona (Superbarrio, 2017), low cost Virtual Reality devices and open source virtual gaming platforms accordingly, have been used as new tools for participatory urban design, contributing to engage citizens in the design of the public space and the new buildings of their neighbourhood. (image 06). In other research projects in Hong Kong (T4C – Tourism for Cities, 2019) and Barcelona (Future Mobility, 2017) crowd data on opinions have been coupled with touristic activities and mobility patterns for citizen-centered dynamic mobility and accommodation planning accordingly. (image 07). Machine learning and artificial intelligence has been coupled with crowd intelligence processes in order to analyse the data collected from citizen's desires and needs and with the goal to create an urban simulator for more informed decision-making processes for the urban environment. Combining the intelligence of masses that could provide data on custom and local opinions, behaviours or desires with artificial intelligence that can analyse behavioural, environmental or economic and social data for predictive modelling, we could acquire more holistic tools for future and impactful participatory urban design. This technologically enhanced design process represents a new collective intelligence design paradigm in which designers, users, built environment, as well as digital codes, all play a fundamental role in a unique resonance among them.

When scholars and architects we research and apply digital design and fabrication technologies as systemic and bottom up processes in pilot projects in the city, we set up the basic principles for the creation of a built environment that is not a product, but rather an evolutionary process allowing multiple outcomes driven by the ingredients of co-creation. While such processes favour the dissolution of authorship [10], by no means, do they favour the dissolution for the necessity of the architect and researcher, who, in an evolving role, uses the city as the laboratory of experimentation, becoming the crucial mediator among the decision makers, user's desires, machines, material and digital codes.

"City as the lab" was originally published in *Time+Architecture* journal edited by Yuan P., Yan C.

10 M. Carpo, *Digital Darwinism: Mass Collaboration, Form-Finding*, and "The Dissolution of Authorship", *Log*, No. 26 (Fall 2012), Anyone Corporation, pp. 97-105, Retrieved by: <http://www.jstor.org/stable/41765764>, Last Accessed April 2019.



DFAB HOUSE stands on the upper floor of the NEST building. Photography: Roman Keller. Image courtesy of Fabio Gramazio – ETH Zürich.

Fabio Gramazio

HISTORY REPEATS ITSELF – AT DIFFERENT SPEEDS

The following text is the synthesis of a brief conversation, via Skype, between the curators and Fabio Gramazio, one of today's most prominent names in computational design and robotic fabrication. His eloquence of thought flows, liquid and steady, albeit in a discreet tone. In these lines, Fabio Gramazio captures the zeitgeist, lucidly reading our contemporaneity and anticipating the *stories of the future*.

IN THE NEAR FUTURE, DIGITALISATION WILL REVOLUTIONISE THE CREATION AND CONSTRUCTION PROCESSES IN ARCHITECTURE.

To begin with, it is very important to make a distinction: while some people think that Digital will revolutionise everything instantaneously – in industry, society, etc. – and also automatically save the world through data mining and smart cities, we believe this to be a very technocratic notion, a techno-naïve or techno-optimistic view on development – which we have already witnessed in recent history, particularly concerning technology. In addition – and this comes from a deeper understanding of the industry and the design processes – we believe that design and architecture could eventually save the world, rather than technology. However, when applied to design, technology can render it much more effective and influential, namely in what concerns meeting the main objective (saving the world) and creating more interesting environments and improved architecture – which, in the long-run, will progress alongside each other. This conviction comes from the notion that the construction industry – I'm not specifically mentioning the people involved in the building process itself, but those in charge of design, financing, etc. – is such a broad, unstructured and complex cosmos of different stakeholders, with different cultures, rhythms and financial possibilities, thus making it virtually impossible to change everything overnight. There's no killer app that can change all of these dimensions. But there is a chance to establish a digital building culture (the keyword here is culture). In this sense, culture is something that grows bottom-up; it is not a big master plan promoted by governments or institutions. Culture is something that emerges from discussion, from actually doing something. And this is what will eventually change the world and the way we build, create and think about architecture. It won't be an instantaneous change, but more like a reform in small, perhaps almost invisible steps – which will last for one or two generations and eventually change everything. And it will include everybody: the clients and how they perceive building, as well as the carpenters and the designers. The main goal is to establish a new basis of knowledge that goes beyond the application of the software, thus promoting a new understanding of the mechanisms and the processes of how things relate to each other. Ultimately, said reform will hopefully have a significant impact.

Nowadays, we are challenged by many complex issues and we need to address them swiftly and effectively, hopefully in the next 10 years. And even though we are aware that there have been many societal and cultural changes, if we address culture without considering existing imposed

rules, it becomes hard to image how the world will change in said period of time.

This creates a sense of urgency that forces many people – scholars, architects, etc. – to dream about revolution. This is the deception of technocracy – that searching for solutions outside the sphere of culture and within the sphere of technology, into some sort of neutral good powerful magic. This is a gigantic misunderstanding. I don't have the adequate solution to accelerate things, but I'm absolutely sure that this belief in an automatic technological solution could be a disaster. Hence, it's better to work on the building-up of a stable and solid shared culture (even if it takes longer) than to dream of an immediate solution.

THE RELATION BETWEEN INDUSTRY AND THE INSTITUTE OF TECHNOLOGY IN ARCHITECTURE –(DEPARTMENT OF ARCHITECTURE – ETH ZURICH).

At the Institute, we focus on challenging (and being challenged by) industry and trying to use it as a way to change the state of things. We have learned that the one and best way to do it is quite practical: demonstration and collaboration. By doing so, we can analyse all the obstacles, because even if a few people in a company realise the potential and the challenges, this doesn't mean that all the people working there will support it. And even if they do support it, maybe they won't have the necessary skills. Thus, we have to turn to people that are able to promote this internal transformations; however, it can be hard to find said people, so we will have to provide them training. It's a sort of chain of dependences that is pretty demanding and requires actions on many different levels. It's not just about signing a nice deal with a CEO for a company to get money. This won't solve the issues – it's a good starting point, but there is much more work to be done.

USE OF COMPUTERS IN TODAY'S ARCHITECTURE.

In some discourses on architecture, the projects are aimed at sustainability and performance, and the computer is essentially used for simulations and optimisation. However, the use of computers should go further. The most challenging use of computers in today's architecture is associated with culture; it relates to the question of how one can integrate digital thinking in design i.e. in terms of creation and not regarding performance or testing *a posteriori*.

This is fairly easy, but also relatively risky, because it can forcibly lead people to believe that everything will turn out fine. We can do this at several levels, from the materialistic, pragmatic and construction levels, to the conceptual dimensions, while always trying to find gaps or opportunities. We believe that the Digital has been discussed as an ideological issue for the past years. Some people haven't acknowledged it yet, but it's all about looking at and understanding it as a resource and tool that can help shaping design or architecture. This is a somewhat usual debate, often discussed at schools: how to increase students' knowledge beyond the application of simulation tools. In addition, one can only resort to intellectual tools after identifying the problem. In this sense, when talking about education, the logical first step is to increase the students' awareness of the mechanisms that drive our world right now.

This theme is quite topical in today's society: the world has changed so fast that even those around 20 years of age don't seem to have the nec-

essary tools to understand how the world works. I'm not talking just about architecture; I'm talking about Google or Facebook. They simply did not exist 10, 15 years ago and are now extremely powerful. If one looks at the financial resources of these companies in terms of research – and if one compares to some of the most renowned universities worldwide – it is possible to find that they allocate at least 10 times more money in their laboratories; 10 times more than Harvard, MIT or ETH. However, it wasn't always like this: these institutions were very powerful in terms of knowledge production and critical thinking; they were funded by the governments since the 19th century and they focused on preparing agents of creation that would lead their countries forward. The current state of affairs is dominated by private ventures, rendering it transversal and opaque. And younger students should be made aware of these challenges.

ESTABLISHMENT OF A DIGITAL AND COMPUTATIONAL CULTURE – THE PAST OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS.

I cannot talk on behalf of GTA [Institut für Geschichte und Theorie der Architektur], but looking at it from the outside, I believe that subjects like the Digital start to be discussed within the walls of said institution; and people there are perfectly aware that they need to strengthen their own position and to confront these issues. Personally, I think that schools ought to integrate the digital technologies in a holistic way that covers all courses; the studies on digital technologies in architecture began 30 years ago, by important thinkers like Mitchell or Negroponte; however, they and others never studied digital technologies as a technical subject. They were architects, looking at digital technologies from a much broader perspective. However, in my opinion, in many schools teachers and lecturers still tend to wrongly address the Digital, by not assuming a more holistic and historic view and limiting their perspective to the technology. It is important to mention that Digital is not a novelty: it is a cultural achievement that goes back to the Renaissance or even earlier; however, it just became operationalized towards the end of the 20th century, mainly through computers. I believe that it is deeply rooted in our culture and also in architectural culture and those digital technologies can be quite promising in the mid/long-term, especially if architects are able to understand and develop an understanding for this culture – and further applying them as important tools for the design process. Let us focus on programming as a skill, for instance: working at Google or being highly skilled programmer does not make someone a good architect. The question here is how to develop a critical thinking and discourse about Digital in relation to the design process and architecture.

THE NEXT STEP FOR EDUCATIONAL INSTITUTIONS IS NOT ONLY THE CREATION OF LABORATORIES WITH PRACTICAL TOOLS, BUT TO PROMOTE THIS THEORETICAL NOTION IN DIFFERENT SUBJECTS AND RESEARCH.

In what concerns the Digital, theory and history are as important as technology – especially if we wish to include it in a more serious and humanistic development agenda. If we really want to focus on the human being i.e. the architect, then we ought to include the Digital in all courses. The absence of discourses on the Digital (or even perceiving them as secondary) does not make any sense. It's as important as training the practical skill of coding.

DIGITAL MATERIALITY: THE DIGITAL IS MORE MATERIAL THAN EVER BEFORE.

I would say that this is a significant question, since the economic changes are led by industry – architects don't own the actual tools of production. And there is also a cultural and contextual question, if one looks at how some companies (in China, for example) pick up ideas – like 3D printing – and start pushing them to the limit. This is interesting, but at a higher level, I'm convinced that the architects and not industry should lead this cultural change. And this is a big challenge, because one can only lead something by having the necessary intellectual tools. Industry will only allow us [architects] to lead (or at least to contribute) if we demonstrate how fully committed we're about it. Otherwise, the industry will do it without us. Economy is pretty straightforward and rapidly changing; it doesn't wait for anybody. In this sense, architects need to improve their professionalism and keep up-to-date. In addition, this paradigm shift ought to include thinkers and scholars; otherwise, we won't be able to participate in this change. Similarly to techno-optimism, this could lead to undesirable results. We should really focus on specialising our work, in order to be taken seriously by the people who have the financial resources necessary to implement changes at the economy level.

Nonetheless, architects ought to be aware of this dimension, in order to prevent being caught off-guard. I'm absolutely confident that the change will happen. I'm also sure that industry will be at the forefront of said change. However, I'm not so sure if it's happening in the next decade, or even over the next 20, 30, 40 or 50 years. Honestly, I don't actually care. Also, I'm not sure if architects will marginalise themselves even further or if they will regain the control of the building and design processes. We're now at a crossroads, where one could go either way.

THE NEXT STEPS OF COMPUTATIONAL DESIGN IN ARCHITECTURE.

There are two levels to this question: on the one hand, how do we prepare ourselves and how is the current and future state of affairs? The only viable possibility is promoting education and discourses; and this is where history and theory come in again, to help us look at this phenomenon from a holistic, broader and more comprehensive perspective. If the question is to be interpreted as "what are the next challenges at production level", I think the focus will shift towards the rethinking of industry and its influence in people - not as a romantic or naive agenda, but just accepting that humans will always be part of the loop. So, the actual question is what will be our role – and this can be applied to the architects, the construction workers and all agents involved.

The second important challenge (which is a little bit cloudier right now) is Artificial Intelligence; namely in terms of design, since what was up to debate over the past 10 or even five years is now absolutely clear: these technologies can actually design. Again, and despite being a huge opportunity, it could be like walking on thin ice: if we are able to instrumentalise these technologies and make them part of the design process (the machine-human relationship of the future), then they can become vital technical and intellectual tools; however, if we fail, we will be out of business. And this is quite upsetting: assuming a personal perspective, if you're an architect and your job becomes meaningless (because Google or whatever can do it better than you in terms of performance), your situation could actually take a turn for the worse. One

could argue that the “extinction” of certain “species” follows a natural evolutionary process. But if you firmly believe that design means more than optimisation, then this could become a serious issue. I’m convinced that these technologies can optimise, but not invent anything. I think that the problem that we have ahead of us will require a lot of inventions and not just optimisation.

WHAT CAN WE LEARN FROM THE PAST?

If one looks at some ideas that have been around in the more or less recent past, it is possible to find certain concepts – the 1960s cybernetics, for instance – that are extremely interesting to revisit, because they were conceptualised without the tools to make them operational. In this sense, it is crucial to study and analyse said ideas, since they can be highly inspirational. If we look at the broader perspective, back in the past, we learned that technology has always driven society and architecture forwards, while radically changing it. One could argue that this change took place a few centuries ago and not over the last 20 years; but this is how history progresses, influencing the notion people have about technology and their cultural influence. At the same time, these technologies (which have changed everything, including the way we think about and perceive the world), have always been part of the broader cultural understanding of the world, with the humans (the architects) at the core position. The most powerful technologies will be of no use without our contribution. And if one looks at how these things work, I think we can also apply this thinking to what is happening right now. Because I’m convinced that history repeats itself – at different speeds.

DESIGN, AUTOMATION, AND COMPUTATIONAL BRUTALISM

Architects and designers invented the idea of digital mass-customization in the early 1990s, and the first practical experiments of non-standard serial production famously followed soon thereafter. Back then, however, designers using new CAD/CAM technologies faced drastic limits in the choice of materials they could work with, and in the size of the pieces they could fabricate. In Greg Lynn's seminal Alessi Teapots, a non-standard series of 99 variations of the same parametric model, each of the 99 teapots looked like, and was meant to be seen as, a monolith – a single metal block: that was in fact not the case, but was nonetheless the idea the series was meant to convey, and this is how each teapot would have been fabricated, if titanium sheets could have been milled, 3D printed, or extruded. However, when trying to apply the same logic to a non-standard series of actual buildings (the Embryologic Houses, circa 1998–2000), Lynn was the first to point out that those fabrication processes could not easily scale up.¹ The shell of a parametric, non-standard house could be made of a vast number of digitally mass-customized, non-standard panels, but these in turn would have to be fastened to a structural frame, and to each other; the frame itself, due to its irregular form, should have been laboriously hand-crafted, and so would each fastening nut and bolt and junction and joint between the parts. In short, twenty years ago Lynn's non-standard house would have ended up being more hand-made than digitally fabricated.

The transfer of non-standard technologies from the small scale of product fabrication to the large scale of building and construction remains to this day a major design issue. Some digital makers have tried to duck the issue by enlarging the size of their printers, but as printing machines tend to be bigger than the objects they print, this has resulted in a number of quixotic experiments with rather unwieldy hardware. Today, the versatility of robotic machinery leveraged by the brute force of big data computation suggests a different approach: instead of printing bigger and bigger monoliths, it may conceivably be easier to start with any number of parts, as many and as small as needed, leaving to A.I. and robots the task of sorting them out and putting them together. Today, thanks to A.I., an almost unlimited number of different (or identical) parts can be individually notated, calculated, and fabricated; and, also thanks to A.I., an almost unlimited number of different (or identical) robotic gestures and movements can be scripted and executed for their assembly. The technical logic of digital mass-customization (the mass-production of individual variations at the same unit cost of mass-produced identical ones) is perfectly mirrored by the technical logic of AI driven robotic assembly: identically repeated robotic gestures cost the same as variable ones; robotic operations of similar amplitude or duration will cost the same whether the actual robotic movements are the same or not.

¹ Greg Lynn, "Embryologic Houses", Ali Rahim (ed.), *Contemporary Processes in Architecture*, AD 145 (2000), pp. 36–35.

In fact, as both fabrication and assembly can be standardized (making identical copies, or identical gestures, respectively) or non-standard (making variable copies, or variable gestures, respectively), it is easy to compile a mathematical matrix of the four resulting modes of combined production and assembly – of which one, the standard assembly of non-standard parts, appears improbable; the remaining three describe most of the experiments now being carried out by computational designers around the world. Moreover, standard fabrication, non-standard fabrication, standard assembly, and non-standard assembly, can all be delivered by dint of manual, mechanical, and digital processes (at least in theory, but with the exception of non-standard production and assembly, which can only be achieved manually, or digitally). The bigger matrix resulting from these additional combinations could in turn be applied to describe the quasi totality of architectural history.

Given this vast gamut of possible outcomes, one may reasonably wonder why some very particular design options appear, at present, to be more actively pursued by the design community around the world. What some have called “excessive resolution”, or the style of Big Data – the voxellated style of discretism and particlization – was, and still is, the outward and visible sign of an inward, invisible logic at play that is no longer the logic of our mind.² Traces of this aesthetic sensibility can be found in various aspects of contemporary design, sometimes for cultural and technical reasons unrelated to computation (as in recent works of Kengo Kuma), sometimes even in the absence of any technical consideration whatsoever (as in some works of Sou Fujimoto). On the other hand, similar technical consideration also underpin the chunky style that, at the time of writing, is the marquee of the Bartlett school of computational brutalism (but also to be found in work produced at SCI-Arc, USC, the MIT, and elsewhere). The peculiar chunkiness that characterizes it follows from the averred predilection of some designers for the non-standard assembly, or for the combinatorial assembly, of a finite catalogue of standardized, even prefabricated parts. Given the technical premises of robotic automation, as described above, this predilection may appear quirky, and arbitrary. Assuredly, if new technologies today exist that allow us to mass-customize any assembly of parts, why should similar – indeed, often older and more established – technologies not be used to mass-customize the parts themselves? Parts readied for robotic assembly need not be identical, nor identically reproduced; likewise, automated, robotic gestures need not be identically repeatable: in both cases, endless variations may come, theoretically, at no extra cost. Why is it then that brutalist chunkiness is now so often seen associated to robotic automation? Why are so many computational designers today tinkering with modularity, combinatorics, and prefabrication? In pure technical terms, none of that makes any sense today, as the marginal costs of computational production are (in theory) always flat. And if the reasons for today’s computational brutalism are eminently non-technical, what are they then?

One hint – perhaps not unnecessary: we are talking about design here, and there is more to design than technical optimization. True, comput-

2 Carlo, *The Second Digital Turn*, Cambridge, MA: MIT Press, 2017, pp. 70–79.

er scientists largely agree that the novel, often truly astounding technical performance of today's computational tools is the main reason for many recent breakthroughs in AI. Yet today's dataism is more than a linear accretion of information and processing power; what some computer scientists call, somewhat dismissively, brute force computing is in fact a new set of problem-solving methods (hence a new kind of science) triggered by today's unprecedented data affluence and computing speed. In architectural history, however, the term Brutalism has a quite different lineage, and harks back to a different set of meanings, ideologies, and values. Considering where and when this is happening, and what is at stake for the present and future of the world in which we live, and of the ideas in which we still believe, the rise of a new school of computational brutalism in design, conspicuously drawing from both traditions, may not be coincidental.

London, August 2019

Excerpted and edited from an earlier essay written as a preface to G. Retsin, M. Jimenez, M. Claypool, V. Soler, *Robotic Building: Architecture in the Age of Automation*, Munich: Detail, 2019.

Historical Texts

“Computers for Architectural Design?” by Walter Gropius and “A Much Asked Question about Computers and Design” by Christopher Alexander are two of the key-texts from the *Proceedings of the First Conference on Architecture and the Computer*, which took place in Boston (1964). This event can be considered as one of the first meetings on the subject, with an audience that included architects, engineers, scientists and historians.

In the 1960s, the computer was already an integral part of everyday business. However, in architecture, it was far from being a standard practice. This debate took place at universities and also in some offices.

Both texts reveal the “freshness” of their authors’ thinking. Walter Gropius, who was 81 at the time, believed that the machines could reduce the work process and encourage creativity.

As for Christopher Alexander, the author eloquently clarified that when the internal relations that generate a form are adequately perceived, the idea that computers might not be useful is rendered inconceivable – thus anticipating that the more we understand the complex nature of form and function, the more we would have to resort to computers to create form.

In this context, the *First Conference on Architecture and the Computer* focused on the issue of educating and training a new generation of architects, by proposing a computer language as a solution and rethinking its role in relation to draughtsmen and designers. The two aforementioned texts focus on these themes in a quite visionary way, especially considering their time.

The following texts were included in the *Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference, “Architecture and the Computer,”* 1964. They were collected by Isa Clara Neves at the Boston Architectural College Archives – August 2018, Boston.

Christopher Alexander

A MUCH ASKED QUESTION ABOUT COMPUTERS AND DESIGN

Since I use computers to solve both practical and theoretical problems in design, I have received a large number of enquiries from people who are interested in "The Application of Computers to Design". The most recent enquiry of this kind has come from the magazine *Landscape*, which is now kind enough to publish this reply:

In my opinion the question all these questioners ask, namely, "How can the computer be applied to architectural design?" is misguided, dangerous, and foolish.

We do not spend time writing letters to one another and talking about the question, "How can the slide rule be applied to architectural design?". We do not wander about our houses, hammer and saw in hand, wondering where we can apply them. In short, adults use tools to solve problems that they cannot solve without help. Only a child, to whom the world of tools is more exciting than the world in which those tools can be applied, wanders about wondering how to make use of his tools.

This would, of course, not be worth saying if there were hundreds of significant problems which the computer could help us solve. But there are not.

A digital computer is, essentially, the same as a huge army of clerks, equipped with rule books, pencil and paper, all stupid and entirely without initiative, but able to follow exactly millions of precisely defined operations. There is nothing a computer can do which such an army of clerks could not do, if given time.

Since the IBM 7090 takes 10^{-5} (1/100,000) seconds to do an elementary operation that might take a clerk about 10 seconds, it works about a million times as fast as a single clerk. One hour's operation on the computer (costing only a few hundred dollars) can therefore achieve the same as an army of a thousand clerks could achieve in a thousand hours, or five months of working days.

In asking how the computer might be applied to architectural design, we must, therefore, ask ourselves what problems we know of in design that could be solved by such an army of clerks, if we could afford to pay them. At the moment, there are very few such problems. Although we speak a great deal about the complexity of problems, the complexity of architecture, and the complexity of the environment, this talk, so far, is rarely more than hand waving. In the present state of architectural and environmental design, almost no problem has yet been made to exhibit complexity in such a well defined way, that it actually requires the use of a computer.

Until we have thought these problems through so far at the conceptual level that we encounter unanswerable complexities in them, and until we have managed to describe these complexities so precisely that an army of clerks could help us unravel them, there is no sense in trying to use a computer.

Indeed, until then, efforts to apply the computer to design represent only the desire to be up-to-date, and the wish to believe that we have already reached this level of complexity in our understanding. If you use a computer to solve an equation that you can solve in your head, or that you

really didn't need to solve in the first place, you are only kidding yourself, or trying to kid someone else.

But there is a danger in the currently fashionable preoccupation with computing machinery which goes far beyond irrelevancy. The effort to state a problem in such a way that a computer can be used to solve it will distort your view of the problem. It will allow you to consider only those aspects of the problem which can be encoded – and in many cases these are the most trivial and the least relevant aspects.

Do not regard this as an empty possibility. Experimental psychology, obsessed by the idea of rigorous mathematization and hypothesis testing, has for the last forty years by-passed the significant problems of human behaviour, and dealt only with those trivial aspects that happen to be the easiest to make precise. I am not saying that we should not wish to be accurate. That is the aim of all scientific or creative work. But if the love for precision outweighs our ability to pick significant problems, and our ability to distinguish the relevant from the irrelevant, then we must admit that this compulsion to be precise has made us bankrupt.

This is just what happens when a designer puts his desire to use the computer first, and his desire to understand form and function second. It will happen whenever someone sets out to *apply* the computer to design. We may see it, for example, in a recent study of computer aided planning in hospital design.¹

In this study the computer was used to compare different plan arrangements, from the point of view of the total amount of walking done by patients, nurses, suppliers, and visitors. To do this, the authors defined a series of possible room types in a hospital, and gave ways of estimating the amount of traffic between rooms of different types, so that they could compute the relative amounts of patient, nurse, supplier, and visitor traffic for any given layout. There is no doubt about the technical ingenuity of the simulation. But it is not informative or relevant. First of all, the fact that the computer had to be used, forced the authors to deal with phenomena which could be measured and encoded. That is why they analysed walking distance and volume, instead of the well-being of the patients, the effects of the sharp differences between home life and hospital life, the effects of patients on one another, the rapidity of cure, the problem of preventative medicine, the conditions under which doctors can most easily and successfully diagnose disease, the advantages of out-patient clinics, or any of the hundred other significant problems which cooperate to make the hospital a complex form. Secondly, even if we take the traffic problem seriously, we find that the helpfulness of the computer is only apparent, not real.

Any intelligent designer could examine the various hospital plans examined by the computer, and could tell roughly what relative amounts of different traffic they would generate. The key word here is “roughly”. It is unnecessary to know the amounts of walking generated by a plan to the second decimal place, because it is irrelevant – and only has the appearance of accuracy. It is insignificant accuracy. It is like measuring the size of a cooking apple with a micrometer. Yet it is only in the second decimal place that the computer can do better than the designer's experience.

1 J. J. Souder, W. E. Clark, J. I. Elkind, M. B. Brown. *Planning for Hospitals, A Systems Approach Using Computer-aided Techniques*,

American Hospital Association, Chicago, 1964, especially pp. 113–163.

It will be said that the point of using a computer is to examine a much larger range of alternatives than a designer would have the time or patience or insight to examine. In theory this is a reasonable objective. But in practice, although the number of alternatives the computer can examine is large, the range of these alternatives is small, because the computer can, at present, only examine a very restricted type of solution.

Suppose you are looking for a block of wood to put under the wheel of your car, to stop it running away when you change the tire. You may look at a few different bits of wood to find a bit that works. But there is no point in examining a hundred, or a thousand, different bits of wood, each different from the others only by a matter of millimetres. This procedure would give the impression of greater scope. It is in fact spurious. Yet, this is the kind of variation which the apparently great variety of different hospital plans actually have.

It is only worth examining large numbers of alternatives, if the differences between the alternatives are significant, and there is some chance of discovering truly unexpected alternatives among those examined. Our present ability to construct domains of alternatives does not permit this. At the moment, the computer can, in effect, show us only alternatives which we have already thought of. This is not a limitation in the computer. It is a limitation in our own ability to conceive, abstractly, large domains of significant alternatives. Yet, until we overcome this conceptual limitation the use of the computer will remain spurious. Like the hospital results, its results will not be genuinely informative.

Apart from trivial over-precision then, the results of the hospital study did not really require the use of a computer. The investigators' underlying motive was apparently a wish to use the computer, rather than their need for results which they could not get without it. As a result of this motive, the problem itself – the design of hospitals – was absurdly distorted, merely so that the computer could be used to solve it.

The distortion and triviality were not caused by an incompetence on the part of the authors. It is bound to occur whenever people *try to apply* the computer to design, rather than waiting until they *have to* use the computer because they are confronted by a complexity which they cannot resolve without it.

There is no doubt that a hospital is a complex form, which has arisen in response to a complex pattern of needs. Any designer may rightly feel perplexed by this complexity. But if he strips the hospital design problem down to those of its aspects which can be measured or encoded, he will eliminate just that complexity which made the problem seem difficult to begin with.

It is ironic that the very tool which has been invented to unravel complexities imposes such severe restrictions on the design problems it can solve that the real source of complexity has to be eliminated before the tool can even get to it. But for the moment that is the situation. Our effort, therefore, must be to learn to see the actual complexities of design so clearly, that we can make use of a machine to help us unravel them. When we have done so, we shall very likely discover that the kind of computer we really need is not like the present digital computers at all.

Meanwhile, any use of the digital computer which does not entail conceptual progress invites only suspicion, not respect.

Lastly, I should distinguish my fear of over-zealous interest in the computer, very sharply from the much more widespread fear which leads de-

signers to exclaim, irrationally, both that the computer threatens intuition and creativity, and that it cannot replace them.

Those that fear the computer itself, are invariably those who regard design as an opportunity for personal expression. The computer is a threat to these people because it draws attention to the fact that most current intuitive design is nothing but an outpouring of personal secrets in plastic form. The computer cannot imitate these outpourings. But serious designers do not want to imitate them anyway.

A form has a definite, substantial, functional structure. As we begin to understand this structure it becomes clear that it is very complex, and that sheer computational speed can be a tremendous help in dealing with it. When the inner relationships which go to make a form are better understood, it is unthinkable that the computer could be anything but helpful. The computer is a tool. It is a wonderful, almost miraculous invention. The more we understand about the complex nature of form and the complex nature of function, the more we shall have to seek the help of the computer, when we set out to create form.

But understanding form, and creating form, in this sense, are not well served by those who want to use the computer first, without really having any reason to. In fact these enthusiasts do the same disservice to design, as the ravings of the very expressionists whom they are trying to replace. Both delay our understanding of form and function, and our ability to create deeper theoretical conceptions.

Anybody who asks "How can we apply the computer to architecture?" is dangerous, naive, and foolish. He is foolish, because only a foolish person wants to use a tool before he has a reason for needing it. He is naive, because as the thousand clerks have shown us, there is really very little that a computer can do, if we do not first enlarge our conceptual understanding of form and function. And he is dangerous, because his preoccupation may actually prevent us from reaching that conceptual understanding, and from seeing problems as they really are.

Christopher Alexander, 1964. "A Much Asked Question about Computers and Design" in "Architecture and the Computer", *Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference*, Boston, December 5, 1964, from the Boston Architectural College Archives, p. 52. Collected by Isa Clara Neves, Boston Architectural College Archives, August 2018, Boston.

Walter Gropius

COMPUTERS FOR ARCHITECTURAL DESIGN?

When I dare to venture a few words on the potentialities of using computers for architectural design, I must emphasize that I am still a complete layman in this field and that my remarks are therefore of a mere speculative nature.

Is it at all imaginable that the phenomenal achievements of mechanical computers can be of influence to the creative process of architects and designers? Some people scorn violently the idea that lifeless machines could be of any advantage to inventive thinking. They feel that their intuitive power will be only disturbed by the forces of mechanization, that the willful and unique spark of a creative individual may be drowned in the attempt of mechanical fact finding. I believe that by this attitude the baby is cast away with the wash.

In his remarkable book, *Mechanization Takes Command*, Siegfried Giedion writes:

"Mechanization is an agent, like water, fire, light. It is blind and without direction of its own. It must be canalized. Like the powers of nature, mechanization depends on man's capacity to make use of it and to protect himself against its inherent perils. Because mechanization sprang entirely from the mind of man, it is the more dangerous to him. Being less easily controlled than natural forces, mechanization reacts on the senses and on the mind of its creator.

To control mechanization demands an unprecedented superiority over the instruments of production. It requires that everything be subordinated to human needs."

We seem to be always wrong when we close the door too early to suggested new potentialities, being often misled by our natural inertia and aversion to the necessity of transforming our thoughts. Being not at home in the vast new field of computer systems, I want to be cautious. Still I believe, if we look at those machines as potential tools to shorten our working processes, they might help to free our creative power.

Some time ago I was visiting the quarters of IBM in New York when I was told by one of their engineers that they are now able to have the computer deliver a large variety of graphic pictures of different bay systems for a building, showing at one glance *the changing proportions* of potential bays and their comparative cost. This is only one example how the computer can help us to make sound and quick design decisions of an aesthetic consequence. One can think of an infinite number of major and minor details for which the quick delivery of a variety of potential solutions would help us to clarify our conception of a design, offering us valuable short cuts.

What I cannot envisage yet is a practicable method for the average architect or designer to use these tools at the moment when they are needed. The emphasis will certainly be on the intelligent formulation of the questions to be answered by the computer. Will it then be necessary to educate a new profession of architectural assistants for the purpose of articulating the problems to be solved into the proper language of the computer? Furthermore, will it be feasible economically to construct

individual computers in the future for ordinary office use right at hand, or must the answers to ensuing questions be received from specific computer centers where computing time must be rented according to one's demand? These questions can, of course, be answered only by computer experts.

Meanwhile I wish we architects keep an open mind towards these possibilities offered to us by science. The increasing comprehensiveness of our new tasks in architecture and in urban developments need new elaborate tools for their realization. It will certainly be up to us architects to make use of them intelligently as means of superior mechanical control which might provide us with ever-greater freedom for the creative process of design.

Walter Gropius, 1964. "Computers for Architectural Design?", in "Architecture and the Computer", *Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference*, Boston, December 5, 1964, from the Boston Architectural College Archives, p. 41. Collected by Isa Clara Neves, Boston Architectural College Archives, August 2018, Boston.

ARETI MARKOPOULOU

Areti Markopoulou is a Greek architect, educator and urban technologist working on the intersection between architecture and digital technologies. She is currently the Academic Director at IAAC – Institute for Advanced Architecture of Catalonia in Barcelona, one of the leading international platforms for education. Areti is also co-editor of the *Urban Next* and co-founder of *StudioP52*. Her research and practice design explores new architectural models that incorporate the application of ICTs, Material Intelligence and Fabrication, allowing built and public space to dynamically adapt to behavioural and environmental changes over time. She holds a Bachelor in Architecture & Engineering from DUTH – Democritus University of Thrace, an MArch from IAAC, and a Fab Academy diploma on Digital Fabrication offered by the Fab Lab Network. She is currently a PhD candidate in the UPC – Universitat Politècnica de Catalunya, researching the topic of Responsive Environments and Smart Cities. Her work has been featured in numerous exhibitions worldwide.

COLÔNIA

Colônia is a design studio based in Porto focused on graphic and editorial design.

Joana Machado (1978, Porto) is the Art Director of Colônia. In 2014 she was jury of the international design contest at the Art Directors Club in New York. Since 2015 she has been the designer in charge of developing the graphic identity of the Public Art Program of the City of Porto, having designed its Logotype and the Map of Public Art. Colônia's work was exhibited at BRNO Biennial of Graphic Design in 2018.

FABIO GRAMAZIO

Fabio Gramazio is a Swiss architect with multi-disciplinary interests ranging from computational design and robotic fabrication to material innovation. In 2000, he founded the award-winning architecture practice Gramazio Kohler Architects together with his partner Matthias Kohler. Both partners are full professors at ETH Zürich, where they jointly lead Gramazio Kohler Research. Having initiated the world's first architectural robotic laboratory in 2005, the group today consists of 30 researchers dedicated to advancing architecture and construction through computational methods and robotic technology with a special emphasis on material systems that are ecologically sound. Since 2017, Fabio Gramazio has been director of studies for Bachelor and Master Architecture.

GEORG VRACHLIOTIS

Georg Vrachliotis is professor for Architecture Theory and director of the Archive for Architecture and Civil Engineering at the KIT – Karlsruhe Institute of Technology. He was appointed Dean of the KIT Faculty of Architecture in 2016. Vrachliotis previously taught and conducted research at the Institute for the History and Theory of Architecture (gta) at the ETH Zürich. He studied Architecture at the Berlin University of the Arts and did his PhD at the ETH Zürich. He was a visiting researcher at the Center for Cognitive Science of the University Freiburg, at the Spatial Cognition Center of the University Bremen, and at the UC Berkeley Department of Architecture in California. From 2006 to 2010 he was a guest lecturer for Architecture Theory at the Technical University Vienna. Vrachliotis is a member of the advisory board of the magazine *Arch+* and co-editor/co-author of several books. Vrachliotis is the curator/co-curator of several exhibitions, the last of which is *Sleeping Beauty. Reinventing Frei Otto's Multihalle* (on the occasion of the 16th *International Architecture Exhibition* of the Venice Biennale, 2018).

ISA CLARA NEVES

Isa Clara Neves is an architect, professor and researcher based in Porto. Author of numerous articles published in conferences, journals, magazines and books. Coordinates and co-organizes events.

Isa graduated in Architecture from the Faculty of Architecture of Porto University (2004); Master's degree in Architectural Culture and PhD in Architecture from Faculty of Architecture of Lisbon University (2009 and 2015). Isa collaborated with Eduardo Souto de Moura between 2007 and 2010. Founder of *Nexus* magazine. She coordinated and co-organized events, including *DigitalDarq*. Guest lecturer at ESAD/College of Art and Design. Simultaneously, Isa practices architecture, in partnership. Postdoctoral researcher at the Centre for Social Studies at the Coimbra University and at the College of Arts and Architecture at the Pennsylvania State University. Winner of the 13th edition of the *Távora Prize* (2018).

JORGE FIGUEIRA

Jorge Figueira é arquiteto, docente, investigador e curador baseado em Coimbra. Escreve e investiga sobre diversos temas de arquitetura e urbanismo. Os seus textos têm sido publicados em livros e revistas científicas.

É licenciado em Arquitetura pela Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (1992) e doutorado pela Universidade de Coimbra (2009). É professor associado e foi diretor do Departamento de Arquitetura da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (2010 – 2017), assim como investigador do Centro de Estudos Sociais. Foi curador de diversas exposições, entre as quais *Oscilações*. *Eduardo Souto de Moura* (Camões – Centro Cultural Português em Maputo, Moçambique, 2016) ou *Álvaro Siza. Modern Redux* (Instituto Tomie Ohtake, São Paulo, Brasil, 2008). É autor de vários livros, entre os quais *A Periferia Perfeita. Pós-modernidade na Arquitectura Portuguesa. Anos 1960 – 1980* (Caleidoscópio, 2014) e *Arquitectanic. Os Dias da Troika* (Note, 2016).

JOSÉ BÁRTOLO

José Bártolo is a curator, professor and design critic based in Porto. He has worked as an independent curator since 1998 and is currently a senior curator at the Casa do Design in Matosinhos. Bártolo is currently professor at ESAD/ College of Art and Design, and scientific director of *esad—idea*, Research in Design and Art. He was commissioner of the Portuguese Pavilion in the XXI Triennial of Milan (2015) and curator of many exhibitions, including: *Imaginary Portugal – Tourism, Propaganda and Power* (Casa do Design, Matosinhos, 2018); *Desire, Tension, Transition — Portuguese Design Courses* (Casa do Design, Matosinhos, 2015); or *Duets* (Beijing World Art Museum, China, 2014). He was a member of the jury for several design awards, as well as being responsible for the selection of publications in the National Reading Programme 2018. As an expert in the field of design, he collaborates with A3ES and FCT. He is the editor of *PLI Art & Design* magazine and author of several articles and books in the area of critical theory and the history of design.

MARIO CARPO

Mario Carpo is Reyner Banham Professor of Architectural Theory and History, the Bartlett School of Architecture, UCL London. After studying Architecture and History in Italy, Dr. Carpo was an Assistant Professor at the University of Geneva in Switzerland, and in 1993 received tenure in France, where he was first assigned to the École d'Architecture de Saint-Étienne, then to the École d'Architecture de Paris-La Villette. He was the Head of the Study Centre at the Canadian Centre for Architecture in Montreal from 2002 to 2006, and Vincent Scully Visiting Professor of Architectural History at the Yale School of Architecture from 2010 to 2014 and in 2017. Mr. Carpo's research and publications focus on the relationship among architectural theory, cultural history, and the history of media and information technology. His award-winning *Architecture in the Age of Printing* (MIT Press, 2001) has been translated into several languages. Mr. Carpo's recent essays and articles have been published in several international journals and magazines.

Textos em português

No contexto da programação da Porto Design Biennale '19 – *Post Millennium Tension*, considerou-se fundamental criar um momento que possibilitasse uma reflexão aprofundada sobre a cultura digital e as suas interações com as áreas projetuais e artísticas.

Reunindo um estimulante painel de conferencistas – Areti Markopoulou, Fabio Gramazio, Georg Vrachliotis e Mario Carpo –, os curadores de *Black Box – Stories of the Future*, Isa Clara Neves e Jorge Figueira, propõem-nos um confronto crítico com a contemporaneidade e as suas formas de mobilização técnica e, simultaneamente, um olhar sobre a história da evolução digital e o seu impacto tecnológico, social e simbólico.

A viragem do milénio foi marcada por uma série de fenómenos distópicos, acentuados pelas crises relacionadas com ataques informáticos e o receio generalizado de um *bug* do ano 2000. No início do ano 2000, mais de 50 milhões de computadores com o programa operativo Windows foram afetados pelo *worm* (um programa autorreplicante, distinto de um vírus) Love Letter (sendo a sua extensão: LOVE-LETTER-FOR-YOU.txt.vbs).

O final do milénio havia trazido duas ameaças com um forte impacto social: a dos vírus informáticos e a do vírus da SIDA. O carácter omnipresente e invisível de ambos os vírus somou-se para duplicar o efeito de risco como ameaça potencial vinda do interior do corpo-próprio ou da proximidade cada vez mais íntima do computador pessoal. A evolução tecnológica já ocorrida no novo milénio não modificou essa relação com a tecnologia, marcada pela polarização entre a perspectiva utópica e a perspectiva distópica, entre a sedução e o medo. Talvez essa polarização resulte de uma necessidade de humanização da nossa relação com a tecnologia ao mesmo tempo que somos mediados e afetados tecnologicamente num processo em evolução incessante. Pensar a cultura digital no atual contexto social, ecológico, económico e político tem uma inegável premência. A partir dessa reflexão, uma outra se constrói, sobre o sentido atual do projeto, a sua atual eficácia social e a sua história do futuro.

Curador-geral Porto Design Biennale '19

Sabemos que o Digital é inevitável e irreversível e, quando o pensamos, evocamos presente e vislumbramos futuro. Mas há uma história para contar: a cultura digital não se relaciona somente com o futuro. Urge uma reflexão que contemple uma perspectiva histórica, ainda algo obscurecida e pouco explorada – uma espécie de *black box* –, que desvenda o caminho percorrido. Recuámos 60 anos, até ao tempo em que alguns designers almejaram a construção de máquinas de arquitetura e de design que transformassem o processo de design num diálogo. No entanto, provou-se na altura que essas ideias eram difíceis de transferir para a prática. A tecnologia simplesmente não avançava o suficiente para integrar as ideias e os modelos dos teóricos. Apesar de o termo Inteligência Artificial ter sido proeminente nos anos 50 e 60, acabou por desaparecer até há pouco tempo atrás, pois não foram conseguidas as suas premissas na época.

Efetivamente, o desenvolvimento da arquitetura digital não é apenas o uso de uma nova ferramenta, mas é inseparável de um quadro cultural muito mais amplo. Fernando Lisboa (1960-2008), professor da Faculdade de Arquitetura do Porto, personalidade fulcral na integração da computação na arquitetura em Portugal, afirmava que “a experiência histórica demonstra que um novo instrumento não leva automaticamente a uma nova criatividade, ou às energias adequadas para a aproveitar, não podendo isso, constituir o sedativo adequado para pararmos de perceber e investigar”. Referia-se Lisboa ao computador. Poder-se-á dizer que ainda o estamos a fazer, 60 anos depois, a descobrir novos instrumentos, usando agora as tecnologias digitais nas construções reais, tendo como ponto de partida o computador.

Black box: stories of the future fará também uma reflexão atual sobre as novas ligações do design com o potencial computacional, debatendo uma maior adequação dos desenvolvimentos tecnológicos ao design. Explora-se o impacto das ciências da computação e a profunda influência dos discursos de informação no design e na arquitetura. Hoje, já não nos concentramos no desenho de um objeto, mas sim na construção de parâmetros que permitem a sua produção, questão que muitas instituições de ensino de design estão atualmente a explorar.

Interessa-nos refletir sobre um período que começou em 1950. Até à viragem de milénio podemos dizer que se transferiu o material para o digital, formando-se o *big data*. Por sua vez, no momento atual, o designer/arquiteto almeja transferir o digital para o material. E hoje existem as máquinas que concretizam isso, dirigidas a partir do computador. Qualquer aluno ou investigador pode atualmente ter acesso a estas máquinas, pois em grande parte das faculdades de arquitetura estão integrados laboratórios. Com a viragem do milénio isso finalmente esteve ao alcance na produção da arquitetura e do design, exponenciando-se o uso da Inteligên-

cia Artificial na disciplina. O design assistido digitalmente existe então há mais de 50 anos, impulsionado por tecnologias que pretenderam alcançar determinados objetivos funcionais, culturais, sociais, económicos e outros. Por sua vez, essas tecnologias transformaram e transformam ainda o design, alterando os seus processos, as práticas e produtos. Estas alterações têm ocorrido de forma acelerada e hoje novas ferramentas de design e avaliação permitem aos designers imaginar novas formas de construção, edifícios mais sensíveis, ambientalmente mais responsáveis, tipos de ambientes radicalmente novos que se misturam com o espaço físico. Compreender, debater e moldar essa transformação são pontos de partida do design no século XXI. Importa refletir: O que está a mudar? Quais as possibilidades da fabricação digital? O que podemos aprender do passado em relação ao design baseado em regras? Quais são as possibilidades das ferramentas digitais? A par dos novos institutos de fabricação digital que hoje abrem sucessivamente, será também hoje fundamental impulsionar novamente uma teoria do design que contemple uma perspectiva computacional? Quem irá conduzir esta mudança de paradigma digital, em que o digital está mais material do que nunca?

O ciclo de conversas Black Box - Stories of the Future contribuirá deste modo para a construção de uma visão crítica acerca da influência da tecnologia computacional na disciplina, promovendo uma reflexão focada nos paradigmas técnicos emergentes que estão a remodelar profundamente o modo como vivemos.

Curadores de *Black Box - Stories of the Future*

1 Fernando Lisboa, “www.arquitectura”, in Alves, J., Campos P., Brito, P. Q. (eds.), *O Futuro da Internet*, Edições Centro Atlântico, Matosinhos, 1999, p. 227.

2 Walter Gropius, “Computers for Architectural Design?”, in *Architecture and the Computer – First Boston Architectural Center Conference*, Boston Architectural College Archives, 1964, p. 41.

“Assim, terão [...] os arquitetos assistentes de obter formação adicional, para que possam articular através de linguagem computacional os problemas que se apresentam?”.¹ Walter Gropius, fundador da Bauhaus e um dos mais importantes arquitetos do século XX, colocou esta questão na *First Boston Conference on Architecture and the Computer*, abordando assim um tema comum a vários dos arquitetos presentes no salão do Sheraton Plaza Hotel. Havia uma enorme curiosidade entre o público; não só pelo facto de uma figura tão marcante ter sido convidada para participar na primeira conferência de arquitetura sobre computadores, mas também porque Gropius decidira planejar a construção de uma cidade satélite com o seu nome, em Berlim. Deve salientar-se, também, o facto de Gropius, com 81 anos, ter sido o orador mais velho a participar nesse evento histórico. Este acontecimento marcou a primeira grande discussão sobre o potencial e as limitações do uso de computadores na arquitetura.

H. Morse Payne, presidente do Boston Architectural Center e assistente de Walter Gropius, acolheu os participantes do evento com as seguintes palavras: “O tema aqui abordado – o uso do computador – é uma das questões mais oportunas, urgentes e importantes para a nossa profissão.”²

Em seguida, Payne fez um retrato da profissão, descrevendo-a como “assente em métodos tradicionais e antigos”, afirmando também que “esta máquina [computador], um produto da nossa era, obriga-nos a mudar e a repensar a forma como abordamos as nossas tarefas. Assim, torna-se crucial começar a explorar esta questão.”³

O breve discurso introdutório de Payne foi mais do que um simples desafio colocado aos presentes – foi um apelo ao mundo da arquitetura como disciplina. Tornara-se essencial acompanhar os avanços tecnológicos e explorar as potencialidades do computador no âmbito da arquitetura.⁴

No entanto, ninguém sabia ao certo como abordar a utilização dessas novas máquinas, apesar de Payne ter tentado instigar o espírito pioneiro de quem participava no evento. Tecnicamente falando, no início dos anos 60, o computador era uma ferramenta desconhecida para a maioria dos arquitetos, sendo percebido como um artefacto criado por técnicos, para técnicos – com a exceção das grandes firmas de construção, que já recorriam aos computadores como instrumentos administrativos e financeiros. No entanto, a simples noção de desenhar ou iniciar um “diálogo” com computadores terá sido encarada como uma prática relativamente longínqua e futurista. A maioria dos arquitetos não conseguia sequer imaginar como ou em que situações os computadores poderiam ser usados na sua atividade profissional, nomeadamente em termos de processos criativos de design e de planeamento. Além disso, o conceito (ou mesmo o verdadeiro aspeto) de “computador” era resultado de algumas foto-

grafias de *mainframes* colossais – iluminadas com luzes frias e incandescentes, estilizadas de forma a representar o mundo sóbrio e racional da matemática aplicada. Estavam perante um universo desconhecido de códigos e programação que, no entanto, emitia um fulgor misterioso, tentador e hipnotizante.

Se aprender a utilizar um computador nos processos de design era algo de impensável para a maioria dos arquitetos, então saber como programá-lo era virtualmente irrealizável – não só por causa de não possuírem o conhecimento necessário, mas também (e para muitos, esta era a principal razão) pelo facto de sentirem que a utilização de computadores não era parte integrante das atividades de design e arquitetura.

Deu-se, então, a colisão entre dois mundos distintos: o do designer universalista, criativo e intuitivo, e o do técnico performativo que detinha o conhecimento sobre esse mesmo novo mundo. Assim, a que estaria Payne a referir-se ao sugerir que se utilizasse o computador como uma ferramenta arquitetural? Afinal de contas, eram os engenheiros e os administradores da área da construção que detinham os conhecimentos técnicos para operar computadores. Não terá sido surpresa, então, quando alguém em Boston colocou a questão “Então e nós, os designers?”⁵

A resposta de Gropius foi curta e cativante: “Acredito que, se encararmos estas máquinas como ferramentas que visem diminuir os nossos processos de trabalho, elas poderão ajudar-nos a desenvolver o nosso poder criativo”.⁶ Acreditar que uma máquina pode reduzir o tempo gasto em processos de trabalho e estimular a criatividade era – aliás, é – uma postura corrente em arquitetura. No entanto, o elemento mais importante desta discussão acaba por ser a pergunta colocada por Gropius (no início deste ensaio), nomeadamente as questões da “linguagem computacional” e dos “arquitetos assistentes”. De forma a introduzir o computador na área da arquitetura, era necessário um ‘tradutor’ que conhecesse a linguagem de ambos os domínios: informática e arquitetura. Para que os arquitetos encarassem os computadores como ferramentas viáveis, tal como Payne referiu no seu discurso, seria necessário atribuir um papel mais funcional à figura do assistente de arquiteto, mencionada por Gropius. Após quase quatro décadas, e tendo em conta a crescente complexidade dos programas informáticos, torna-se pertinente perceber se a arquitetura continua a ser uma área composta por especialistas, tradutores e assistentes, ou se os atuais profissionais (caracterizados pela sua formação superior e familiaridade com o uso de algoritmos) seguem na linha da frente.

Continuamos a dever uma resposta à questão apresentada por Gropius.

SOBRE O DESENHO COMO GESTO

Em termos históricos, o desenho é considerado um importante meio para arquitetos e engenheiros. O arquiteto recorre ao desenho para criar esboços, plantas e perspectivas e também apresentar designs, dando assim forma aos elementos abstratos da sua imaginação; além disso, o ato de desenhar é uma forma de, intersubjetivamente, visualizar os traços dos próprios pensamentos das pessoas. “Geometria e linhas”⁷ podem articular, comunicar e reforçar a linguagem mental. Como instrumento, o desenho está relacionado com a escrita – nomeadamente em termos do movimento livre da mão, da consolidação dos pensamentos ou da representação do carácter individual através da caligrafia.⁸ De acordo com Vilem Flusser, que conceptualiza a escrita como gesto, o ato de desenhar é, igualmente, um gesto.⁹ De modo geral, Flusser define gesto como “um movimento do corpo ou o movimento de algo a ele unido, um instrumento por exemplo, mas experienciado enquanto um fenómeno intencional”.¹⁰ O desenho e a escrita estão estreitamente relacionados: ambos são um “processo fenomenológico do pensamento”.¹¹ A algoritmização do desenho, coincidente com o advento da era da cibernética, provocou uma vaga de incerteza conceptual e metódica na área da arquitetura, que viria depois a alterar o desenho arquitetónico como género e a própria arquitetura como disciplina. O diálogo intuitivo entre a ‘mão performativa’ e a ‘visão criativa’ foi seriamente prejudicada pela chegada do computador, pois a noção tradicional de ligação entre desenho e visão – e também a ideia de desenho como visão – foi perscrutada pelo novo conhecimento técnico e os critérios operacionais a ele associados.¹²

O CÓDIGO INVISÍVEL: O DESENHO AO INVÉS DA PROGRAMAÇÃO

Alguns anos após a histórica conferência em Boston, um jovem arquiteto chamado Nicholas Negroponte fundou o *Architecture Machine Group*, o primeiro centro dedicado à investigação nos campos da arquitetura e da informática – posteriormente chamado de Media Lab. Instantaneamente, este nome traz à memória fotografias de arquitetos com camisas ao xadrez, rodeados por circuitos ou traçadores, e concentrados nas superfícies curvas e envidraçadas de pequenos monitores. Os arquitetos eram fotografados a criar desenhos gráficos simples ou a aglomerá-los através de elementos pré-preparados, mantendo uma expressão séria na face – e trabalhando em computadores que seriam inacreditavelmente caros, especialmente para os padrões e valores atuais. A minuciosidade no tratamento destas máquinas era – e continua a ser – uma clara tentativa de desenvolver ferramentas de produção arquitetural inovadoras: “imaginem um arquiteto [...] sentado ao computador do futuro”.¹³ Uma sequência de imagens no livro de Negroponte, sobre o *Architecture Machine Group*, demonstra as dificuldades para realizar as tarefas mencionadas acima. São apresentadas as mãos de um homem, sentado à frente de um aparelho semelhante a uma máquina de escrever, gesticulando enquanto tenta trabalhar. Na descrição da imagem, é possível ler-se: “Em poucos segundos, o usuário deste computador terá transmitido mais informação através de

gestos, do que qualquer excerto de texto. Mas a informação não passou. Esta pessoa nunca utilizou um computador; ele desconhece a existência de uma linguagem sem gestos”.¹⁴

A última expressão (“linguagem sem gestos”) é especialmente interessante, tendo em conta o ponto de vista de Flusser. É fácil descrever a escrita como um gesto, tal como é possível observar na sequência de imagens. No entanto, esta ideia vai contra Negroponte, que interpreta a escrita através de código como uma linguagem sem gestos. Desta forma, é-nos apresentada uma das barreiras que a arquitetura ainda não conseguiu ultrapassar: ao contrário do desenho, a programação (escrita através de código) é realizada sem recurso a gestos.

O matemático Ivan Sutherland, doutorando de Claude Shannon, focou-se também nesta questão, nomeadamente entre 1961 e 1963, período em que desenvolveu um programa revolucionário de computador chamado *Sketchpad*.¹⁵ Sutherland acreditava que os usuários deveriam poder trabalhar com computadores num ponto de vista visual, ao invés de uma perspectiva puramente matemática e lógica. Graças ao *Sketchpad*, os códigos para os comandos, até aí disponíveis apenas por escrito, foram alterados e substituídos por comandos “desenhados”. A “linguagem sem gestos” de Negroponte tornou-se uma “linguagem com gestos”: transformou-se em desenho. Para tal, Sutherland recorreu a uma nova tecnologia chamada “caneta ótica”, desenvolvida graças a tecnologia militar. Esta ferramenta permitia “desenhar” diretamente no monitor e fazer várias alterações ao desenho. Dois anos após Sutherland ter lançado o seu programa, o matemático Douglas C. Engelbart desenvolveu o “dispositivo indicador”, uma ferramenta com uma entrada ótica que viria a substituir a caneta ótica. Tratava-se de uma pequena caixa em madeira, tendo-se posteriormente tornado no primeiro “rato ótico”, precursor dos ratos de computador que utilizamos hoje em dia. Os arquitetos foram rápidos a adotar a invenção de Englebart. Aliás, em 1968, o arquiteto David Evans viria a apresentá-la na *First International Conference on Architecture and Computer Graphics*.¹⁶ Graças a essa ferramenta, os arquitetos poderiam criar e alterar desenhos de forma mais graciosa e precisa, o que não acontecia com a caneta ótica, que estava presa a um cabo e apenas permitia desenhar diretamente na superfície do monitor.

“Sendo que a utilização dos computadores por parte dos arquitetos é inevitável, a principal questão a resolver é descobrir de que forma eles poderão ‘falar’ com os computadores.”¹⁷ Esta foi uma das principais questões discutidas na conferência *Computer Graphics in Architecture and Design*, que decorreu em Yale, em 1968. Steve Coon, pioneiro no campo da informática e mentor de Negroponte, afirmou que “nenhum arquiteto pretende (nem deveria pretender) tornar-se um especialista em programação. Na sua maioria, os arquitetos tencionam focar-se apenas na arquitetura. Outros dedicam-se ao planeamento urbano. Criar ou produzir os lápis que usam para trabalhar é algo de impraticável, pelo que é preferível tê-los à mão, prontos a serem utilizados. O computador é uma ferramenta. É necessário explorar métodos para que a utilização do computador seja tão fácil e intuitiva como o uso de um lápis [...]”¹⁸

Como seria de esperar, esta afirmação foi recebida com agrado pelos profissionais, tendo em conta o facto de que os arquitetos eram, tradicionalmente, encarados como

designers que recorriam ao desenho para comunicar as suas ideias. De acordo com o conceito de Coon, a nova tecnologia teria de evoluir de forma a adaptar-se às necessidades dos arquitetos, e não o contrário. Por outras palavras, os arquitetos não deveriam ter de aprender a “linguagem sem gestos” a que Negroponte fez referência.

O CÓDIGO VISÍVEL: A PROGRAMAÇÃO AO INVÉS DO DESENHO

Durante a vaga de “criação de ferramentas informáticas” que ocorreu na América, surgiu um novo tipo de gráficos de computador na Europa pós-guerra, caracterizado pela sua forte vertente artística e filosófica e nitidamente distinto das abordagens de Coon e Negroponte; estes gráficos eram programados, ao invés de “desenhados”. O advento da cibernética, da arte e da filosofia resultou numa cultura de programação experimental, que viria a evoluir e a tornar-se um novo género artístico.¹⁹ As três principais figuras desta nova cultura foram os jovens matemáticos Frieder Nake e Georg Nees, e o seu mentor-filósofo Max Bense. Nake e Nees transformaram a programação num novo tipo de ofício estético²⁰, tendo Bense conseguido extrapolá-lo a nível teórico. Durante este processo, desenvolveu-se uma espécie de reciprocidade entre os princípios estéticos e os princípios teóricos: por um lado, os desenhos gráficos de Nake e Nees pareciam incluir traços da teoria da arte de Bense. Por outro lado, muitos dos ensaios de Bense poderiam ser lidos como auxiliares de decodificação filosófica, cruciais para compreender a estética abstrata das imagens e gráficos criados por Nake e Nees. Como resultado de algumas “brincadeiras” com o computador, foram surgindo pequenos desenhos representando padrões (ora ordenados, ora erráticos e irregulares) compostos por aglomerações, superimposições e texturas (aparentemente aleatórias) – sendo estas constituídas por pontos, linhas e círculos. Assim, a maioria dos desenhos acabou por ser fruto de erros de programação, criando assim os tais padrões aleatórios – algo que surpreendeu os jovens matemáticos. Ao mesmo tempo, e de acordo com uma perspetiva teórica da arte, ficou claro que aqueles pequenos desenhos a preto e branco possuíam um potencial inimaginável. Neste contexto, a programação de um desenho requeria pensar ao nível de código, independentemente daquilo que o desenho representasse, da linguagem que era usada ou do sistema que seria escrito através desse código. Resumindo, implicava recorrer a uma lógica computacional.²¹ O código é aqui apresentado como sinais simbólicos e, tal como Nake refere, “texto; resumidamente, texto”.²² Assim, o computador tornou-se um artefacto técnico semiótico – ou, de acordo com o cientista Wolfgang Coy, uma “máquina semiótica”.²³ Deste ponto de vista, os gráficos podem ser interpretados como o rasto estético de um texto – algo único e que pode ser interpretado de duas formas diferentes: pelos humanos, ainda que seja relativamente difícil, e por máquinas, que interpretam esse mesmo texto como código. Assim, desenhar recorrendo a código significa trabalhar com texto. Os primeiros gráficos de computador criados por Nake e Nees passaram a dar mais ênfase à tecnologia, ao invés da metodologia, atribuindo um novo sentido à teoria da programação. Tal foi demonstrado na exposição *Computergrafik – Programme* (1965)²⁴, onde Nake e Nees

apresentaram alguns dos seus primeiros trabalhos – que incluíam não só os gráficos, mas também o respetivo código de programação. Por outras palavras, os autores apresentaram a origem estrutural dos gráficos e não apenas o resultado final. Na exposição, as imagens encontravam-se suspensas, com o código correspondente a seu lado. A forma (imagem) estava, assim, separada da sua estrutura (código). Tal disposição, como se de uma obra de arte se tratasse, era uma espécie de exercício didático que visava apresentar (de forma inteligível) as potencialidades de uma nova máquina. Esta apresentação lógica da ligação entre o trabalho final e o método por trás dele – gráficos de computador e código – tornou-se um pré-requisito do que mais tarde viria a ser uma nova fé na matemática das máquinas, nos domínios das artes e da arquitetura.

Assim, tornou-se possível revelar a estrutura oculta de uma obra de arte e também do computador, recorrendo a uma dupla desmistificação: por um lado, a do processo artístico e criativo, e por outro, a da lógica de uma máquina. O facto de grande parte do rebuliço causado pelos gráficos de computador estar paradoxalmente associada à lógica funcional da máquina torna-se ainda mais evidente quando – e de acordo com uma perspetiva de design – a desmistificação da máquina leva à desmistificação do autor. Assim, a natureza técnica anula a questão da criatividade artística, tendo em conta que o autor não é apenas uma máquina, mas também um conjunto simples de sistemas. Ao apresentar a simplicidade do código, Nake pretendia mostrar também o quão complexas e estéticas poderiam ser as estruturas geradas por esse mesmo código – satirizando a discussão conservadora sobre a relação entre arte, arquitetura, autoria e tecnologia. Ao mesmo tempo, qualquer discussão que envolvesse código já não se focava simplesmente na ideia de um meio para atingir um fim – calcular o máximo de dados no mínimo espaço de tempo; a partir desse momento, formou-se uma base conceptual para uma estética *avant-garde*.²⁵ Max Bense, para quem o acesso epistemológico ao mundo se encontrava restrito ao domínio do semiótico, viu os gráficos de Nake e Nees como as primeiras testemunhas do mundo futuro e tecnologicamente avançado que ele sempre abordara tão apaixonadamente. No seu ensaio “Projekte generativer Ästhetik”, publicado em 1965 como parte integrante do seu importante livro *Aesthetica*, Bense refere: “Em termos gerais [...] a produção ‘artificial’ difere da ‘natural’ através da introdução de um *Vermittlungsschema* (esquema de comunicação) entre o criador e o trabalho, que consiste num programa e numa linguagem – introduzindo assim uma divisão no processo estético”.²⁶ Bense acreditava que os humanos necessitavam de estar completamente integrados no mundo da ciência e da tecnológica, de forma a incorporarem-no intelectualmente e, ao mesmo tempo, serem incorporados por ele.²⁷

UMA MÁQUINA SIMBÓLICA COMO OBJETO DE PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO NA ARQUITETURA?

A forma como o *Vermittlungsschema* – introduzido por Bense – era abordado tornou-se um dos principais elementos diferenciadores entre a criação americana e eu-

ropeia dos gráficos de computador. Enquanto a vertente americana está associada à criação de ferramentas sem qualquer fundamento filosófico, já a europeia (nomeadamente, alemã) está profundamente relacionada com a filosofia e a semiótica. A teoria que se encontra ausente num dos modelos, surge em clara abundância no outro. A leveza de um, torna-se o fardo de outro. Dado que “os edifícios sem esboços”²⁸ e “a cultura da programação nas artes e no design”²⁹ são tópicos bastante populares hoje em dia, talvez seja interessante examinar qual dos dois era mais eficaz e útil; por outras palavras, quais os pontos positivos de cada um para a arquitetura. No livro intitulado *Ästhetik als Informationsverarbeitung* (1974), Nake apresenta uma solução bastante produtiva para esta comparação.³⁰ O autor dedica uma pequena secção à influência dos computadores na arquitetura, referindo algo bastante pertinente para qualquer arquiteto que utilize computadores para desenvolver projetos de design, que contextualize as suas ações ou que se questione sobre a forma como os computadores alteram as suas próprias ideias sobre arquitetura. O autor refere que a experiência dos arquitetos se assemelha à dos linguistas, nomeadamente “quando tentam resolver problemas recorrendo ao computador [...] e se apercebem que o seu conhecimento sobre a própria área de especialização é limitado. A introdução de uma nova máquina (e uma nova ferramenta de produção) acabou por servir de inspiração e motivação, tornando-se, assim, uma fonte de erudição e também uma forma de aumentar o conhecimento”.³¹

Estas frases são bastante interessantes; Nake apresenta-nos um leque de metáforas que visam ilustrar a função e a importância dos computadores para os arquitetos. O autor faz também referência à linguística, nomeadamente à vaga de inspiração revolucionária que surgiu nos finais dos anos 50, graças ao trabalho do linguista Noam Chomsky³² – que despertou a curiosidade de Bense, mas também de outros arquitetos, como Christopher Alexander. Nake aborda, então, a “introdução de uma máquina nova” no campo da arquitetura, focando-se também nas “ferramentas de produção”, na “inspiração e na motivação” e no surgimento de uma nova “fonte” – que não é, simplesmente, uma “fonte de erudição”, mas sim uma “forma de aumentar o conhecimento”. À primeira vista, o uso de metáforas parece-nos aleatório e talvez um pouco excessivo. No entanto, Nake tenta descrever algo que é difícil de visualizar no campo da arquitetura e dos computadores – o que o leva a produzir imagens conceituais de investigação. O termo “ferramenta de produção” baseia-se numa interessante premissa: Nake afirma que os computadores levaram os arquitetos a descobrir que “o seu conhecimento sobre a própria área de especialização é limitado”.³³ Estará, então, a referir-se a uma máquina simbólica como objeto de produção de conhecimento na arquitetura?³⁴ Tratar-se-á de uma suposição provocadora? Ou de uma observação perspicaz de um matemático, cujos estudantes elegeram como professor de arquitetura? O que é, então, produzido no campo da arquitetura, por e com os computadores? E que papel desempenha essa tal “ferramenta de produção” no processo de investigação a que Nake faz referência no seu texto? Parece-nos que a arquitetura se encontra numa espécie de paradoxo – um paradoxo que Gropius antecipou ao colocar a sua questão, mas cujos contornos estariam para lá da sua imaginação. Trabalhar com código vai contra a riqueza inerente ao gesto de desenhar e

à sua função como principal meio cultural. No entanto, a ausência do gesto – ou “linguagem sem gestos” – resulta numa visão diversificada e provocante da arquitetura. Ao recorrer às metáforas, Nake não chega a formular uma resposta concreta à pergunta colocada por Gropius; ao invés disso, Nake sugere uma mudança de perspetiva: a arquitetura não se assemelha ao código, mas o código assemelha-se à arquitetura. A (aparentemente) contraditória e pouco explorada relação entre desenho, programação e gesto (aqui entendido como revelar e ocultar código) pode ser um interessante ponto de partida para uma nova narrativa da história da arquitetura – uma narrativa de sistemas técnicos e práticos, ao invés da tradicional descrição de construções e estilos. Poderá, ao mesmo tempo, ajudar a compreender as alterações em termos de foco; nomeadamente, a passagem de uma noção de “produto de um significado”,³⁵ para um conceito de “produção de um significado” nas ciências culturais – não como um meio de interpretação secundário, mas como um meio de interpretação com uma ênfase distinta e que deve ser encarado como equivalente. O intermediário do código, a que Bense deu o nome de *Vermittlungsschema*, pode ser desenvolvido de forma a tornar-se um elemento interpretativo da arquitetura, através de uma comparação crítica de ambas as práticas: o natural e o artificial, o desenho e a programação.

1 Walter Gropius, “Computers for Architectural Design”, in *Architecture and the Computer: Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference* (Boston: Boston Architectural Center, MIT, 5 de dezembro de 1964) Departamento de Arquitetura do MIT, p. 41.

2 H. Morse Payne, “Welcome”, *ibid.*, p. 1.

3 Payne, *ibid.*

4 Payne, *ibid.*

5 Natalie Jaffe, “Architects Weigh Computer’s Uses”, *New York Times* (6 de dezembro de 1964).

6 Jaffe, *ibid.*

7 Werner Oechslin, “Geometrie und Linie. Die Vitruvianische ‘Wissenschaft’ von der Architekturzeichnung”, *Daidalos* 1 (1981), p. 20. Ver também Winfried Nerdinger (ed.), *Die Architekturzeichnung. Vom barocken Idealplan zur Axonometrie. Zeichnungen aus der Architektursammlung der Technischen Universität München*, catálogo da exposição Deutsches Architekturmuseum, Frankfurt, Munique, 1987.

8 Ver Walter Koschatzky, *Die Kunst der Zeichnung: Technik, Geschichte, Meisterwerke*, Munique, 1999.

9 Ver Vilem Flusser, *Gesten. Versuch einer Phänomenologie*, Frankfurt, 1997, pp. 32–41.

10 Flusser, *ibid.*, p.8

11 Flusser, *ibid.*, p.35

12 Ver Georg Vrachliotis, *Geregelte Verhältnisse. Architektur und technisches Denken in der Epoche der Kybernetik*, Viena, Nova Iorque (2010).

13 Steve A. Coons, “Computer Aided Design” em *Architecture and the Computer: Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference* (Boston: Boston Architectural Center, MIT, 5 de dezembro de 1964) – Departamento de Arquitetura do MIT, p. 26.

14 Nicholas Negroponte, *The Architecture Machine Group*, Cambridge/Mass., 1970, p.13.

- 15 Ivan E. Sutherland, *Sketchpad: A man-machine graphical communication system*, Relatório Técnico número 296 do Laboratório Lincoln, MIT, Janeiro de 1963.
- 16 Ver David Evans, “Augmented Human Intellect” em *Computer Graphics in Architecture and Design. Proceedings of the Yale Conference on Architecture and Computer Graphics*, (abril de 1968), editado por Murray Milne, New Haven, 1969, p. 62.
- 17 *Computer Graphics and Architecture. Program Statement: On the Relevance of Computer Processes, especially Computer Graphics to Architecture*. Documento não publicado, Arquivo Warren McCulloch, American Philosophical Society.
- 18 Steve A. Coons, “Computer Aided Design”, em *Computer Graphics in Architecture and Design*, ver nota #15, p. 9.
- 19 Ver Frieder Nake, “Informatik als Gestaltungswissenschaft: Eine Herausforderung an das Design”, em *Algorithmik, Kunst, Semiotik. Hommage für Frieder Nake*, editado por Karl-Heinz Rödinger, Heidelberg, 2003, pp.142-165.
- 20 Ver Hans Dieter Heilige, “Zur Genese des informatischen Programmbegriffs: Begriffsbildung, metaphorische Prozesse, Leitbilder und professionelle Kulturen” em *Algorithmik, Kunst, Semiotik. Hommage für Frieder Nake*, editado por Karl-Heinz Rödinger, Heidelberg, 2003, pp. 42-75.
- 21 Ver Gabriele Gramelsberger, na presente edição, pp. 29-40.
- 22 Carta de Frieder Nake, Jetter dirigida ao autor, maio de 2008.
- 23 Wolfgang Coy, “Aus der Vorgeschichte des Computers als Medium”, em *Computer als Medium*, editado por Norbert Bolz, Friedrich A. Kittler e Christoph Tholen, Munique, 1994, p.19.
- 24 Ver “computer-grafik”, texto número 19 da série editada e publicada por Max Bense e Elisabeth Walther, Estugarda, 1965.
- 25 Ver Georg Trogemann e Jochen Viehoff, *CodeArt – Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praktik*, Viena, Nova Iorque, 2005.
- 26 Max Bense, *Aesthetica. Einführung in die neue Aesthetik*, Baden-Baden, 1965, p. 338.
- 27 Ver Max Bense, *Technische Existenz*. Ensaios, Estugarda, 1949.
- 28 Ver Mike Silver (ed.), *Programming Cultures*, Architectural Design (edição especial), julho 2006, pp. 46–56.
- 29 Silver, *ibid.*, pp. 5–11 .
- 30 Frieder Nake, *Ästhetik als Informationsverarbeitung. Grundlagen der Informatik im Bereich ästhetischer Produktion und Kritik*, Viena, Nova Iorque, 1974.
- 31 Nake, *ibid.*, p. 332.
- 32 Ver Noam Chomsky, *Syntactic Structures*, Haia, Paris, 1957.
- 33 Nake, ver nota número 30, p. 332.
- 34 Frieder Nake, carta dirigida ao autor, 28 de abril de 2008.
- 35 Editorial de *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung*, editado por Lorenz Engell e Bernhard Siegert, 2009.

Um dos aspetos mais importantes no seio da comunidade dedicada à produção digital e experimental é o facto de o trabalho realizado por investigadores, estudantes e académicos estar circunscrito a grupos de investigação e a laboratórios altamente equipados, onde são desenvolvidos produtos tecnológicos avançados que acabam por não incluir ou apoiar as diferentes comunidades.

Um pouco por todo o mundo, os laboratórios e os especialistas em arquitetura integram (e desenvolvem) o potencial das tecnologias de design computacional e de produção digital no desenvolvimento de projetos científicos “de excelência” e “inovadores”, ao cruzar as fronteiras tradicionais das disciplinas da engenharia e da arquitetura, bem como da investigação e da indústria. No entanto, poder-se-á argumentar que estes novos projetos acabam por não influenciar os processos de tomada de decisão, nomeadamente em contextos sociais, ambientais ou urbanos. Sejamos nós académicos ou cientistas, uma das formas para avaliar a inovação e o impacto da nossa pesquisa é o recurso a publicações, citações ou patentes; são metas úteis e válidas, mas insuficientes, especialmente se visarmos ter um impacto positivo entre os diversos agentes e comunidades que formam e habitam o nosso espaço construído – ou que, eventualmente, participem nos processos de tomada de decisão.

No Instituto de Arquitetura Avançada da Catalunha, um centro de investigação e educação em Barcelona, estão a ser desenvolvidas novas metodologias que visam aumentar o impacto da investigação, transportando assim o trabalho realizado para fora dos laboratórios esterilizados e fechados. Além disso, em muitos dos projetos desenvolvidos, a própria cidade torna-se o laboratório de experimentação e ação, permitindo, assim, que diferentes *stakeholders* – tais como autoridades municipais, cidadãos, indústria ou outros profissionais – tenham acesso ao trabalho realizado pelos investigadores.

Tendo em conta os desafios sociais, ambientais e económicos sem precedentes que o nosso mundo enfrenta atualmente, os arquitetos – agentes de criação do ambiente construído – são obrigados a desenvolver investigação, mas também a aplicar novas formas de design, gestão e construção. A comunidade dedicada à experimentação deveria adotar a investigação aplicada e os projetos-piloto como principais metodologias, de forma a promover a colaboração com órgãos públicos e privados, com as principais indústrias e com as entidades administrativas municipais. Por sua vez, os projetos-piloto devem ser cuidadosamente desenvolvidos e amplamente disseminados, a fim de contribuir para a tão necessária mudança de mentalidade para os futuros emergentes. Ao invés de explorar as tecnologias e testar os seus limites ou potencial, o trabalho que está a ser desenvolvido nos laboratórios (ou fora deles) deve sempre ser contextualizado e gerido de forma a ser possível avaliar o seu im-

pacto social, a sua viabilidade económica e a sua relevância em termos culturais.

A expansão das relações digitais e o aparecimento da Internet 2.0, por exemplo, serviram para impulsionar uma cultura altamente participativa.¹ Há cada vez mais pessoas a familiarizar-se com a noção de participação nos processos de design e de produção de todas as coisas que as rodeiam; ao mesmo tempo, as culturas *open-source* de design, a relação ser humano-máquina, a arte digital e as tecnologias de produção personalizada aumentam as possibilidades de design participativo. Desta forma, a arquitetura torna-se mais colaborativa e socialmente participada – sendo a tecnologia o principal meio para aperfeiçoar a arquitetura como plataforma, onde diferentes disciplinas se encontram e através da qual as pessoas podem melhorar a sua qualidade de vida.

Deve ser dada prioridade ao desenvolvimento de investigações e projetos orientados por manifestos urbanos, sociais, ambientais, económicos e políticos, ao invés de manifestos tecnológicos ou de design – sem que uns não sejam descartados em detrimento dos outros, como é óbvio.

PROTOCOLOS COLETIVOS DE CONSTRUÇÃO CRIADOS DIGITALMENTE

Em 2010, um grupo de professores, estudantes e colaboradores do IAAC fabricou uma casa com 60 m² dentro de um dos laboratórios dessa mesma instituição, usando apenas duas máquinas de Controlo Numérico Computorizado (CNC) de média-escala. A Fab Lab House tornou-se, assim, a primeira casa totalmente produzida num laboratório de criação digital de uma instituição de ensino. A Fab Lab House baseia-se na otimização do design computacional para a captação de energia solar e a autossuficiência energética; simultaneamente, no *site* do projeto, os usuários podem aceder a ficheiros 3D e personalizar a disposição dos painéis solares, bem como fazer o *download* dos ficheiros de produção e fabricar o produto de acordo com os recursos e mão de obra locais. A Fab Lab House foi apresentada no Solar Decathlon Europe, tendo sido construída, exposta e avaliada em condições ambientais e de habitação reais.

Neste caso, as tecnologias de design algorítmico, a criação digital e a cultura do *open-source* foram usadas para desenvolver um manifesto destinado a uma comunidade composta por designers, fabricantes e usuários finais. Por um lado, a Fab Lab House funcionou como projeto-piloto, comprovando que é possível expandir os princípios de DIY (Do It Yourself) e produção personalizada/local de acordo com uma maior escala de construção e arquitetura.² Por outro lado, o projeto mostrou também uma clara mudança nas ideias tradicionais de materialidade e fisicalidade na construção; assim, os edifícios são

apresentados como objetos dotados de uma dimensão relacionada com os átomos (física), mas também de outra relacionada com os bits (digital). Neste sentido, os bits podem viajar a alta velocidade para qualquer lugar do mundo: através da Internet, esse processo é feito com custos ambientais reduzidos e sem perdas econômicas.³ Os bits podem também ser desenvolvidos em qualquer lugar do mundo e posteriormente descarregados, personalizados e utilizados na construção – com recurso a materiais e recursos locais e respeitando parâmetros culturais ou ambientais.

O desenvolvimento da criação digital – bem como a diminuição dos preços e das dificuldades na aquisição e uso destas ferramentas – foi um dos principais motivos que permitiram a um grande número de escolas, instituições e pessoas criar laboratórios de experimentação e investigação. Por sua vez, a crescente comunidade de usuários trouxe novas exigências e, como resultado, podemos hoje escolher entre (ou até criar) uma grande variedade de máquinas e robôs CNC acessíveis em termos de tamanho, custo e mobilidade.

Os robôs portáteis, aliados aos princípios da construção local e sustentável, são os protagonistas de uma investigação conjunta que o IAAC se encontra a desenvolver com a ONU-Habitat sobre o potencial do fabrico aditivo (impressão em 3D), com vista ao desenvolvimento de habitações económicas e sustentáveis em África.

Este projeto visa desenvolver investigações académicas em cenários reais e estabelecer uma abordagem multidisciplinar única entre arquitetos, investigadores, parceiros da área industrial e membros de associações humanitárias, de forma a responder às atuais necessidades e dificuldades do nosso habitat; esta investigação baseia-se, principalmente, em um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU: Objetivo 11: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. De forma a atingir essa meta, a investigação foca-se: no uso de recursos recicláveis de origem local para o desenvolvimento de soluções habitacionais (materiais da terra); no potencial da impressão 3D para produzir geometrias complexas, com bom desempenho climático e estrutural (design algorítmico) e no potencial das tecnologias robóticas para melhorar as condições do local de construção (robótica *in situ*). Além disso, a investigação está a ser desenvolvida de acordo com a participação da população no processo de construção (partilha *open-source* de competências e conhecimento), atendendo à possibilidade de responder a situações humanitárias complexas (criação de novo capital social, económico e ambiental).

No IAAC, têm sido desenvolvidos vários projetos de construção urbana e rural que abordam estudos de caso da ONU-Habitat, tendo como base investigações anteriores sobre arquitetura de terra e impressão em 3D por parte do próprio IAAC – com vista à construção com materiais 100% naturais e locais, de acordo com uma metodologia circular e passiva.

Embora a grande maioria das soluções para habitação sustentável e promoção de valores humanitários exclua o uso de tecnologias avançadas, como a robótica e o fabrico aditivo, o desenvolvimento da investigação sobre esses meios levou à reavaliação do seu potencial. O recurso a materiais locais e à cultura artesanal, combinado com plataformas digitais de *open-source*, pode reduzir a dependência de materiais importados e produzidos em massa.

A implantação de infraestruturas robóticas para construção pode ser um vetor de aperfeiçoamento da comunidade, nomeadamente através da partilha de conhecimento e da formação de grupos de trabalhadores locais que participem nas diferentes fases de construção – garantindo, assim, a disseminação de elementos culturais e tradições locais e estabelecendo um novo paradigma de construção, onde a tecnologia se adapta à expressão cultural, contribuindo simultaneamente para a sua melhoria. Além disso, o uso de robôs portáteis de montagem fácil, é útil para abranger grandes áreas de construção, reduzindo o impacto do transporte de grandes máquinas para determinado local e aumentando a possibilidade de promover a construção *in situ* ou a criação de fábricas “pop-up” próximas dos locais de construção.

Podem, por exemplo, ser utilizados robôs colaborativos em pequena escala, robôs movidos por cabos ou mesmo drones. Combinando estas tecnologias com o design performativo e o fabrico aditivo, seremos capazes de produzir casas de forma rápida, sustentável e acessível e responder às necessidades existentes. Tendo em conta que, atualmente, cerca de 1,6 bilhão de pessoas carece de condições adequadas de alojamento e que, nos próximos 15 anos, será necessária uma média diária de 100.000 casas para alojar a população mundial, torna-se vital construir rapidamente e a preços acessíveis, particularmente em locais mais remotos.

PROTOCOLOS COLETIVOS URBANOS PROJETADOS DIGITALMENTE

Hoje em dia, a investigação aplicada ao design digital não se relaciona apenas com o fabrico, a matéria, os robôs e as máquinas; e não se limita apenas à escala dos edifícios. Nas últimas décadas, e após o chegada da digitalização, do Big Data e da aplicação de algoritmos evolutivos no design, o design digital expandiu de forma a incluir novos processos e operações baseados na recolha de dados em tempo real – impulsionada pela “monitorização” de ambientes urbanos construídos e comportamentos humanos. A aplicação de inteligência artificial e/ou aprendizagem automática para a criação de modelos preditivos no design e planeamento urbanos, assume cada vez mais um papel importante para as autoridades municipais, para a indústria e para os cidadãos das cidades contemporâneas. O aprimoramento da interação entre humanos e máquinas e o uso de máquinas de realidade virtual para a capacitação de pessoas (em termos de criação do ambiente urbano construído) tornam-se significativamente cruciais, sendo partes integrantes no processo de criação e construção de edifícios/casas, tal como foi descrito anteriormente.

Assim, como poderão as investigações sobre tecnologias digitais – desenvolvidas nos laboratórios – impactar positivamente as comunidades de usuários que habitam o espaço urbano e/ou as entidades decisórias (que possam, eventualmente, tomar as decisões em nome dessas mesmas comunidades)?

De forma a servir os usuários e a respeitar a cultura local – e para que sejam tomadas decisões informadas, contextualizadas e focadas nos interesses dos cidadãos – torna-se crucial auscultar as necessidades e desejos dos usuários.⁴ Os dados resultantes da análise do comportamento humano, apesar de importantes, são insuficientes, espe-

cialmente quando observados externamente e analisados estatisticamente como a soma dos valores individuais que alimentam algoritmos computacionais.

Tendo em conta este facto, que representa o atual processo de análise digital urbana, poder-se-á argumentar que esse processo é sustentado por uma abordagem profundamente linear, segundo a qual o estilo de vida de cada cidadão fornece dados a máquinas, mas os cidadãos não têm acesso direto a informação⁵ que possa influenciar mudanças de comportamento – e, consequentemente, fornecer novos dados de entrada.⁶

Uma boa forma para aumentar o potencial do design computacional e algorítmico é combinar a aprendizagem automática com a inteligência cognitiva e coletiva⁷ presente nas cidades. Desta forma, é possível criar modelos de design baseados na retroalimentação⁸ e que combinam processos bidirecionais ascendentes e descendentes⁹; por outras palavras, modelos segundo os quais os designers possam ser instruídos sobre as vontades e necessidades dos cidadãos, mas onde os cidadãos também possam aprender mais sobre o impacto das suas próprias intenções, de forma a produzir mudanças de comportamento.

Tais processos podem, eventualmente, ter um impacto positivo e contribuir para soluções locais e adaptadas aos diferentes ambientes urbanos.

No âmbito dos projetos *Responsive City* (Bombaim, 2016) e *Superbarrio* (Barcelona, 2017), desenvolvidos através do programa Cidade & Tecnologia do IAAC, foram instalados, respetivamente, dispositivos *low-cost* de realidade virtual e plataformas *open-source* de *gaming*; estes têm assumido particular importância, agindo como ferramentas participativas em termos de design urbano, e contribuindo para uma maior participação dos cidadãos no design dos espaços públicos e dos novos edifícios situados nos bairros onde habitam. Os projetos *T4C – Tourism for Cities* (Hong Kong, 2019) e *Future Mobility* (Barcelona, 2017) focaram-se nos dados referentes às apreciações das pessoas, nas atividades turísticas e nos padrões de mobilidade, de forma a obter dinâmicas de mobilidade focalizadas nas necessidades dos cidadãos e num melhor planeamento em termos de alojamento.

De forma a analisar os dados referentes às vontades e necessidades dos cidadãos, e com vista à criação de um simulador urbano que sirva de base para processos de tomada de decisão mais informados (relativamente ao ambiente urbano), a aprendizagem automática e a inteligência artificial foram complementadas por processos de inteligência coletiva.

Combinando a inteligência coletiva (através da qual é possível recolher dados sobre opiniões, comportamentos e vontades) com a inteligência artificial (que permite analisar dados comportamentais, ambientais, económicos e sociais e criar um modelo preditivo), é possível criar ferramentas holísticas que fomentem a participação em termos de design urbano. Estes processos tecnologicamente avançados representam um novo paradigma de inteligência coletiva – segundo o qual os designers, os usuários, o ambiente construído e os códigos digitais (todos em concordância) desempenham um papel crucial.

Ao investigar e aplicar metodologias de design urbano e tecnologias de fabrico como processos sistémicos e ascendentes em projetos-piloto, os académicos e os arquitetos estabelecem os princípios básicos para a criação

do ambiente construído – que, ao invés de ser um simples produto, se torna um sistema evolutivo que favorece a co-criação e, consequentemente, múltiplos resultados finais. Apesar de favorecerem a dissolução da autoria¹⁰, estes processos não descartam a importante figura dos arquitetos e dos investigadores – que, assumindo um papel evolutivo e utilizando a cidade como laboratório – se tornam mediadores importantes entre as entidades decisórias, os usuários, as máquinas e os códigos materiais e digitais.

1 E. Brynjolfsson, A. McAfee, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, Nova Iorque, WW Norton Company, 2016 – publicado pela primeira vez em janeiro de 2014.

2 N. Gershenfeld, *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop-from Personal Computers to Personal Fabrication*, 2006.

3 NG Carr, *The big switch: rewiring the world, from Edison to Google*, Nova Iorque, WW Norton & Co., 2008.

4 J. Jacobs, *The Death and Life of Great American Cities*, Vintage (Nova Iorque), 1992 (publicado originalmente em 1961).

5 U. Haque, *Architecture, Interaction, Systems*. AU: *Arquitetura & Urbanismo*, número 149, 2006.

6 W. Brodey, "The design of intelligent environments: Soft architecture", *Landscape*, vol. 17, número 1, outono de 1967.

7 J. Surowiecki, *The Wisdom of Crowds*, Anchor (Nova Iorque), segunda edição, 2005.

8 G. Pask, *Conversation Theory: applications in Education and Epistemology*, Elsevier, (Nova Iorque), 1976. e G. Pask, *The Architectural Relevance of Cybernetics, Architectural Design*, edição número 7/6, John Wiley & Sons Ltd (Londres), setembro de 1969.

9 S. Yiannoudes, *Architecture and Adaptation: From Cybernetics to Tangible Computing*, Nova Iorque, Routledge, 2016.

10 M. Carpo, *Digital Darwinism: Mass Collaboration, Form-Finding, and The Dissolution of Authorship*, Log, número 26 (outono de 2012), Anyone Corporation, pp. 97–105. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/41765764> (último acesso em abril de 2019).

O texto que se segue é a síntese de uma breve conversa, via Skype, dos curadores com Fabio Gramazio, um dos nomes atuais mais destacados do design computacional e da fabricação robótica em arquitetura. A sua eloquência de pensamento flui, líquida e constante, ainda que em tom discreto. Fabio Gramazio captura nestas linhas o *zeitgeist*, lendo lucidamente a contemporaneidade, e antecipando as *stories of the future*.

NO FUTURO PRÓXIMO, A DIGITALIZAÇÃO IRÁ REVOLUCIONAR OS PROCESSOS DE CRIAÇÃO E CONSTRUÇÃO NA ARQUITETURA.

Para começar, é muito importante fazer esta distinção: enquanto que há quem pense que o Digital vai revolucionar tudo de forma instantânea – na indústria, na sociedade, etc. – e também salvar automaticamente o mundo através da mineração de dados e de cidades inteligentes, nós achamos que essa é uma visão demasiado tecnocrática, uma visão tecno-ingénua ou tecno-otimista do desenvolvimento, algo a que já assistimos noutras alturas da história recente, particularmente em relação à tecnologia. Além disso – e esta posição deriva talvez de uma compreensão mais profunda da indústria e do processo de design –, acreditamos que serão o design e a arquitetura a salvar o mundo, e não a tecnologia. No entanto, se aplicada ao design, a tecnologia pode torná-lo muito mais efetivo e poderoso, tanto no que se refere ao objetivo de salvar o mundo como ao de criar ambientes mais interessantes, melhor arquitetura – coisas que, a longo prazo, irão evoluir em paralelo. Esta convicção nasce da observação de que a indústria da construção – e não falo apenas nas pessoas que constroem, mas também nas que fazem design, nas que financiam, etc. – é um cosmos tão complexo, amplo e desestruturado de diferentes stakeholders, com diferentes culturas, velocidades e possibilidades financeiras, que será praticamente impossível mudar tudo da noite para o dia. Não há nenhuma *killer app* que consiga mudar todas estas dimensões. Mas há a possibilidade de implantar aquilo a que chamamos uma cultura digital de construção – e aqui a palavra-chave é “cultura”. Neste sentido, a cultura é algo que cresce de baixo para cima, não é um plano-geral instituído por governos ou instituições. A cultura é algo que emerge da discussão, do fazer, e é isso o que realmente mudará o mundo e a forma como construímos, como concebemos e pensamos a arquitetura. Não será uma mudança instantânea, mas sim uma reforma, feita através de pequenos passos quase invisíveis que, no espaço de uma ou duas gerações, irá alterar tudo.

E isto inclui toda a gente – o cliente e a forma como ele pensa sobre construção, assim como os carpinteiros ou os designers. Trata-se de construir uma nova base de conhecimento que vai além da aplicação do *software*, concebendo um novo entendimento do mecanismo e do processo através do qual as coisas se relacionam entre si. Em última instância, esta reforma terá um impacto significativo.

Atualmente, somos desafiados por muitas questões complexas e precisamos de abordá-las de forma rápida e efetiva, de preferência nos próximos dez anos. Mesmo estando conscientes de que houve muitas mudanças sociais e culturais, se encararmos o futuro sem considerar as regras existentes que foram impostas torna-se difícil imaginar como o mundo vai mudar nesse período de tempo. Isto cria um sentido de urgência que força muitas pessoas – académicos, arquitetos, etc. – a sonhar com uma revolução. É esta a ilusão da tecnocracia – a procura de soluções fora da esfera da cultura e apenas no âmbito da tecnologia, uma espécie de boa magia neutral e poderosa. Este é enorme mal-entendido. Não tenho a solução para acelerar as coisas, mas estou absolutamente certo de que esta crença numa solução tecnológica automática poderá ser um desastre. Por isso, é melhor trabalhar com vista à construção de uma cultura partilhada sólida e estável (mesmo que isso demore) do que sonhar com uma solução imediata.

A LIGAÇÃO ENTRE A INDÚSTRIA E O INSTITUTO DE TECNOLOGIA EM ARQUITETURA (DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA – ETH ZURIQUE).

No Instituto, focamo-nos em desafiar a indústria e em ser por ela desafiados, tentando utilizá-la como um meio de alterar o estado de coisas. Aprendemos que o único e o melhor meio de fazer isto é de forma muito prática: através da demonstração e da colaboração. Ao fazê-lo, podemos analisar todos os obstáculos, porque mesmo que algumas pessoas na empresa percebam o potencial e os desafios envolvidos tal não significa que todos os que lá trabalham defendam esta mudança. Ou, mesmo que a apoiem, podem ainda não ter as aptidões necessárias para levá-la a cabo. Portanto, é necessário contratar pessoas que sejam capazes de conduzir esta transformação interna; ainda assim, pode não ser fácil encontrar essas pessoas, por isso há que formá-las. É uma cadeia muito exigente de dependências que requer vários níveis de ação em paralelo. Não se trata apenas de assinar um bom acordo com um CEO para fazer a empresa ganhar dinheiro. Isso não resolve o problema – é um bom ponto de partida, mas há muito mais trabalho a fazer.

O USO ATUALMENTE MAIS DESAFIADOR DA COMPUTAÇÃO EM ARQUITETURA.

Em algum do discurso arquitetural, o projeto visa a sustentabilidade e a *performance* e o computador é sobretudo utilizado para simulações e otimização. No entanto, o uso dos computadores deveria ser mais aprofundado. Atualmente, o uso mais desafiante da computação em arquitetura encontra-se associado à cultura. Tem que ver com a questão de como integrar o pensamento digital no discurso sobre design, na criação em design, e não na sua *performance*, nos testes *a posteriori*. Isto é bastante fácil, mas também relativamente perigoso, porque pode forçosamente levar à crença de que tudo vai correr lindamente. Podemos fazer isto em diferentes níveis, desde o mais materialista, pragmático e construtivo ao nível conceptual, tentando sempre encontrar lacunas ou oportunidades. Parece-nos que o Digital tem sido discutido nos últimos anos como sendo uma questão ideológica. Algumas pessoas ainda não o admitem, mas trata-se de encarar e compreender o Digital como um recurso e uma ferramenta que pode ajudar-nos a moldar o design ou a arquitetura. Este é um debate comum, que acontece com frequência nas escolas: de que modo podemos proporcionar aos alunos esta literacia que vai além da aplicação de ferramentas de simulação? Além disso, só é possível recorrer às ferramentas intelectuais se se tiver identificado o problema. Neste sentido, o primeiro passo, quando falamos de educação, é conseguir que os alunos estejam conscientes dos mecanismos que movem o nosso mundo, neste momento.

Este é um tema premente na sociedade em geral: o mundo mudou tão rapidamente que quem mesmo quem tem agora 20 anos pode não ter adquirido as ferramentas necessárias para compreender o modo como as coisas funcionam. E não estou a falar apenas de arquitetura, estou a falar do Google ou do Facebook. Há dez ou 15 anos eles simplesmente não existiam e agora são extremamente poderosos. Se considerarmos os recursos financeiros destas empresas em termos de pesquisa, por comparação com as maiores universidades a nível mundial, vemos que aquelas usam pelo menos dez vezes mais dinheiro nos seus laboratórios, dez vezes mais do que Harvard, o MIT, o ETH. Mas não foi sempre assim: estas grandes universidades eram instituições muito poderosas em termos de criação de conhecimento e pensamento crítico; eram financiadas pelos governos desde meados do século XIX com vista à formação de agentes criativos que fizesse avançar os respetivos países. Atualmente, este processo é dominado pelos privados, o que o torna transversal e opaco. E os alunos devem estar conscientes desses desafios.

CONSTRUÇÃO DA CULTURA DIGITAL E COMPUTACIONAL. PERSPETIVAS DO PASSADO NAS INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO.

Não posso falar em nome do gta [Instituto para a História e Teoria da Arquitetura], mas olhando para as questões a partir de uma perspetiva exterior posso dizer que temas como o Digital começam a ser muito discutidos na institui-

ção; as pessoas estão perfeitamente conscientes de que precisam de se posicionar e de confrontar estes assuntos. Pessoalmente, acho que a escola deve integrar o Digital de forma holística e transversal a todas as disciplinas. O estudo das tecnologias digitais na arquitetura começou há 30 anos com grandes teóricos como Mitchell ou Negroponte; no entanto, eles e outros pensadores nunca encararam a tecnologia digital como uma disciplina técnica. Eles eram arquitetos, viam a questão de uma perspetiva muito mais ampla.

No entanto, parece-me que em muitas escolas os professores ainda tendem a abordar o Digital de forma errada, não assumindo uma visão histórica e mais holística, e assim limitando a sua perspetiva sobre a tecnologia. É importante reconhecer que o Digital não é nada de novo; é uma conquista cultural que remonta ao Renascimento ou até antes e que apenas se tornou operacional no final do século XX através dos computadores.

Acredito que o Digital está profundamente enraizado na nossa cultura e também na cultura da arquitetura, e que estas tecnologias são muito promissoras no médio e longo prazo, sobretudo se os arquitetos desenvolverem e aplicarem uma compreensão desta cultura –

Usando-as como ferramentas importantes no processo de projeção. Tome-se o exemplo da capacidade de fazer programação: trabalhar na Google ou ser um programador altamente especializado não faz de alguém um bom arquiteto. A questão é como desenvolver pensamento e discurso crítico sobre o Digital em ligação com os processos do design e da arquitetura.

O PRÓXIMO PASSO PARA AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO É NÃO APENAS A CRIAÇÃO DE LABORATÓRIOS COM FERRAMENTAS PRÁTICAS, MAS TAMBÉM PROMOVER ESTA PERSPETIVA TEÓRICA NAS AULAS E NO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO.

No que concerne o Digital, a teoria e a história são tão importantes como a tecnologia, sobretudo se quisermos integrar o Digital numa agenda humanista realmente progressista e séria. Se realmente queremos focar-nos no humano, ou seja, no arquiteto, devemos incluir o Digital em todas as disciplinas. Não faz sentido a ausência de discurso sobre o Digital, ou a sua perceção enquanto algo de secundário. Ele é tão importante como treinar o domínio do código.

COMO LIDERAR ESTE PARADIGMA DIGITAL EM MUDANÇA PERMANENTE E NO QUAL "O DIGITAL É MAIS MATERIAL DO QUE NUNCA".

Diria que esta é uma questão importante, já que a transformação económica é liderada pela indústria – os arquitetos não possuem as ferramentas de produção. E há também a questão cultural e contextual, se pensarmos no modo como algumas empresas (por exemplo, na China) selecionam as ideias – por exemplo, a impressão 3D – e depois exploram-nas até ao limite. Isto é interessante, mas, a um nível superior, estou convencido de que devem ser

os arquitetos, e não a indústria, a liderar esta mudança cultural. E este é um grande desafio, porque só é possível liderar algo quando se detêm as devidas ferramentas intelectuais. A indústria só nos vai permitir a nós arquitetos liderar, ou pelo menos contribuir para esta mudança, se mostrarmos estar efetivamente comprometidos com ela. Se não for assim, a indústria fá-la-á sem nós. A economia é muito simples e muda rapidamente; não espera por ninguém. Por isso, os arquitetos precisam de aumentar o seu profissionalismo e de se manterem atualizados. Precisamos de pensadores e de académicos; de outro modo não seremos capazes de participar desta mudança. E, tal como aconteceu com o techno-otimismo, isto poderá levar a resultados indesejados. Devíamos preocupar-nos em especializar o nosso trabalho, se queremos ser levados a sério por quem detém os recursos financeiros para implementar a mudança ao nível económico.

Os arquitetos devem ter uma posição conscienciosa sobre estes assuntos para não serem apanhados desprevenidos. Estou certo de que a mudança vai acontecer. Tenho a certeza de que a indústria vai estar na vanguarda. Não sei se vai acontecer dentro de dez anos, mas mesmo que aconteça dentro de 20, 30, 40 ou 50 anos, não interessa. Também não sei se os arquitetos se vão automarginalizar ainda mais do que já o fizeram ou se voltarão a tomar o controlo do processo de construção e de design. Neste momento estamos numa encruzilhada, as coisas podem tomar qualquer uma das direções.

OS PRÓXIMOS PASSOS EM RELAÇÃO AO DESENHO COMPUTACIONAL EM ARQUITETURA.

Existem dois níveis distintos nesta questão: por um lado, a forma como nos preparamos para o que já existe e para o que irá acontecer. A única hipótese viável é a promoção da educação e do discurso, e é aqui que a história e a teoria voltam a entrar, para nos ajudarem a encarar este fenómeno com uma perspetiva holística, mais ampla e abrangente. Se a questão é “quais serão os próximos desafios a nível da produção?”, creio que a atenção será dada ao repensar da indústria e a sua influência no humano, não com uma agenda romântica e ingénua, mas com a compreensão de que os humanos farão sempre parte da engrenagem. Por isso, a verdadeira questão é “qual será o nosso papel?” – e isto aplica-se ao arquiteto, ao trabalhador da construção e a todos os intermediários.

O segundo grande desafio, que neste momento é um pouco mais opaco, é a Inteligência Artificial, mais precisamente em relação ao design, porque aquilo que há dez ou mesmo há cinco anos se discutia é agora absolutamente claro: estas tecnologias podem fazer design. Mais uma vez, esta é simultaneamente uma enorme oportunidade e um enorme perigo: se formos capazes de instrumentalizar estas tecnologias e integrá-las no nosso processo de design, elas podem tornar-se excelentes ferramentas técnicas e intelectuais; mas se as excluirmos estaremos “fora de combate”. É isso é bastante problemático: de um ponto de vista pessoal, quem é arquiteto e vê o seu trabalho perder razão de ser (porque o Google ou outra tecnologia apresenta uma melhor *performance*) pode ver a sua situação piorar. Podemos argumentar que a “extinção” de certas espécies segue

um processo “evolutivo” natural. Mas, para quem tem a convicção de que o design é mais do que otimização, este é um assunto muito sério. Acredito que estas tecnologias podem otimizar, mas não inventar seja o que for. Penso que o problema que temos pela frente vai requer muita inventividade e não apenas otimização.

O QUE PODEMOS APRENDER COM O PASSADO?

Se considerarmos algumas ideias que têm surgido no passado mais ou menos recente, encontraremos muitos conceitos – a cibernética dos anos 60, etc. – que serão interessantes de revisitar, já que foram conceptualizados sem que existissem as ferramentas capazes de torná-las operacionais. Neste sentido, é fundamental estudar e analisar estas ideias, porque podem ser muito inspiradoras. Se tivermos em conta uma perspetiva mais abrangente, considerando o passado, percebemos que a tecnologia sempre fez progredir a sociedade e a arquitetura, mudando-as radicalmente. Podíamos dizer que esta mudança aconteceu ao longo de alguns séculos e não nos últimos 20 anos; porque é assim que a história progride, influenciando a ideia que as pessoas têm sobre a tecnologia e a sua influência cultural. Ao mesmo tempo, estas tecnologias (que mudaram tudo, inclusive o modo como pensamos sobre o mundo e o percebemos) sempre fizeram parte de uma compreensão mais ampla do mundo, com os humanos (o arquiteto) na posição central. As tecnologias mais poderosas não terão qualquer utilidade sem a nossa participação. E se considerarmos a forma como as coisas funcionam, penso que podemos aplicar este ponto de vista ao que está a acontecer agora. Estou convencido de que a história se repete, só que a velocidades diferentes.

A noção de customização digital em massa foi inventada por arquitetos e designers no início da década de 90, seguindo-se os primeiros testes práticos de produção em série não-estandardizada. Porém, naquela época, os designers que recorriam a tecnologias CAD/CAM não tinham uma grande variedade de escolha em termos de materiais com os quais podiam trabalhar ou do tamanho das peças que podiam fabricar. Na coleção *Alessi Teapots* de Greg Lynn – um conjunto não-estandardizado composto por 99 variações do mesmo modelo paramétrico – cada um dos 99 bules assemelhava-se a (e deveria ser visto como) um monólito ou um único bloco de metal; tal não sucedeu, apesar de ser essa a ideia que o conjunto pretendia transmitir – segundo a qual cada bule seria fabricado com placas de titânio fresadas, impressas em 3D ou mesmo extrudidas. No entanto, ao tentar aplicar a mesma lógica a uma série não-estandardizada de edifícios (*Embryologic Houses*, c. 1998–2000), Lynn foi o primeiro a referir que tal processo de fabrico não podia ser facilmente replicado.¹ A estrutura de uma casa paramétrica não-estandardizada poderia, eventualmente, ser composta por um elevado número de painéis (não-estandardizados e digitalmente customizados); no entanto, estes teriam de ser fixados a uma estrutura e também unidos entre si. Dada a sua forma irregular, essa mesma estrutura teria de ser produzida manualmente – e todas as porcas, parafusos e juntas teriam de ser inseridos à mão. Resumidamente, há 20 anos, a casa não-estandardizada de Lynn acabaria por ser feita à mão, ao invés de fabricada digitalmente.

A transferência de tecnologias não-estandardizadas de pequena escala (utilizadas maioritariamente na criação de produtos) para a construção em grande escala continua a ser um dos grandes obstáculos em termos de design. Alguns criadores de ferramentas digitais tentaram ultrapassar esta barreira, aumentando o tamanho das suas impressoras. No entanto, e como as impressoras tendem a ser maiores que os objetos que imprimem, alguns desses projetos resultaram em experiências quixotescas, com *hardware* que não era, de modo algum, prático. Hoje em dia, a versatilidade da robótica – apoiada pela força bruta da computação do *Big Data* – permite uma abordagem diferente: em vez de imprimir monólitos cada vez maiores, é preferível começar com um conjunto de peças individuais (por mais numerosas ou pequenas que sejam) e deixar a tarefa de separá-las e montá-las a cargo da I.A. e dos robôs. Hoje, graças à I.A., é possível notar, calcular e produzir um número quase ilimitado de peças diferentes (ou idênticas); além disso, é também possível escrever e executar um vasto número de movimentos robóticos distintos (ou semelhantes) para garantir a montagem dessas mesmas peças. A lógica da customização digital em massa (a produção de itens individuais diferenciados, com o mesmo custo unitário que as peças iguais produzidas em

massa) é perfeitamente espelhada pela lógica da montagem robótica (apoiada pela I.A.): os gestos robóticos semelhantes custam o mesmo que os variáveis; as operações robóticas de grande amplitude ou duração custarão o mesmo, independentemente de os movimentos robóticos serem iguais ou não.

De facto, e tendo em conta que o fabrico e a montagem podem ser estandardizados (cópias ou gestos idênticos, respetivamente) ou não-estandardizados (cópias ou gestos variáveis, respetivamente), torna-se relativamente simples compilar uma matriz matemática dos quatro modos de produção e montagem – dos quais um (a montagem de peças não-estandardizadas) parece ser o mais improvável; os três restantes referem-se à maioria das experiências que estão a ser realizadas por designers de computação, a nível global. Além disso, o fabrico estandardizado e não-estandardizado, bem como a montagem estandardizada e não-estandardizada, podem (teoricamente falando) ser efetuados através de processos manuais, mecânicos ou digitais – com a exceção da produção e da montagem não-estandardizadas, que só podem ser desenvolvidas manualmente ou digitalmente. A principal matriz resultante destas combinações poderia, por sua vez, ser utilizada para descrever a quase totalidade da história da arquitetura.

Dada esta vasta gama de resultados possíveis, podemos questionar o facto de certas preferências (bastante particulares) serem as mais procuradas pela comunidade de designers, espalhada pelos quatro cantos do mundo. Aquilo a que alguns chamam de “resolução excessiva” ou “estilo do *Big Data*” – o estilo voxelizado de discretismo e particlização – era (e continua a ser) o sinal externo e visível de uma lógica interna e invisível que, por sua vez, deixou de ser a lógica de nossa mente.² Os traços dessa sensibilidade estética podem ser encontrados em vários aspetos do design contemporâneo, seja por razões culturais e técnicas não relacionadas com a computação (como nos trabalhos mais recentes de Kengo Kuma), ou mesmo devido à ausência de qualquer consideração técnica (tal como acontece em certas obras de Sou Fujimoto). Por outro lado, o estilo denso que (à data da redação deste artigo) caracterizava a escola do brutalismo computacional de Bartlett (também presente em vários trabalhos produzidos na SCI-Arc, USC, MIT, etc.) é igualmente sustentado por considerações técnicas semelhantes às previamente referidas. Esta densidade única e tão característica decorre do facto de vários *designers* optarem pela montagem não-estandardizada ou combinatória de um catálogo finito de peças estandardizadas ou mesmo pré-fabricadas. Dadas as premissas técnicas da automação robótica, essa opção pode parecer peculiar e arbitrária. Indubitavelmente, se hoje em dia existem novas tecnologias que permitem a customização em massa de qualquer processo de montagem, por que motivo não po-

derão ser utilizadas tecnologias semelhantes – mais antigas e usuais – para esse mesmo efeito?

As peças preparadas para serem montadas por robôs não necessitam de ser idênticas ou reproduzidas de forma semelhante; do mesmo modo, os gestos automatizados e robóticos não precisam de ser idênticos ou repetidos: em ambos os casos, podem ocorrer variações infinitas – teoricamente, sem qualquer custo adicional. Então, por que motivo associamos a densidade brutalista à automatização robótica? Porque é que tantos designers da computação fazem experiências com modularidade, combinatória e pré-fabricao? Em termos puramente técnicos, nada disso faz sentido hoje em dia, pois os custos marginais da produção computacional são (em teoria) sempre baixos. E se as razões para o atual brutalismo computacional são predominantemente não-técnicas, como poderemos, então, descrevê-las?

Deixo uma dica – talvez não tão desnecessária quanto isso: estamos a falar sobre design; e há mais no design do que otimização técnica. De facto, os cientistas da computação concordam que a *performance* técnica – inovadora e surpreendente – das atuais ferramentas computacionais é a principal razão por trás de muitos dos mais recentes desenvolvimentos em termos de I.A. No entanto, o ‘dataísmo’ dos nossos dias é mais do que um acréscimo linear de informação e poder de processamento. Aquilo que alguns cientistas da computação apelidam (de certa forma, desdenhosamente) de “*computação de força bruta*” é, de facto, um novo conjunto de métodos de resolução de problemas (logo, um novo tipo de ciência) desencadeado pela riqueza de dados e pela velocidade de computação, nunca antes registadas no passado. No entanto, e no que diz respeito à história da arquitetura, o termo “brutalismo” provém de uma linhagem bastante diferente, remontando a um conjunto diferente de significados, ideologias e valores. Tendo em conta o “onde” e o “quando” isto está a acontecer – bem como o que está em jogo para o presente e o futuro do mundo em que vivemos e das ideias em que ainda acreditamos –, o surgimento de uma nova escola de brutalismo computacional no design, manifestamente sustentado por ambas as tradições, pode não ser uma simples coincidência.

Londres, agosto de 2019

Retirado e editado de um ensaio anterior, escrito como prefácio, de G. Retsin, M. Jimenez, M. Claypool e V. Soler, *Robotic Building: Architecture in the Age of Automation*, Munique, 2019.

1 Greg Lynn, “Embryologic Houses”, Ali Rahim (org.), *Contemporary Processes in Architecture*, AD 145 (2000), pp. 36–35.

2 Carpo, *The Second Digital Turn*, Cambridge, MA: MIT Press, 2017, pp. 70–79.

Textos Históricos

“Computadores para o desenho de arquitetura?”, de Walter Gropius e “Uma questão muito frequente sobre computadores e design”, de Christopher Alexander são dois dos textos selecionados nos *Proceedings* da *First Conference on Architecture and the Computer*, evento que se realizou em Boston, em 1964. Pode considerar-se um dos primeiros encontros sobre o tema, com uma audiência que incluía arquitetos, engenheiros, cientistas e historiadores.

Nos anos 1960, o computador era já parte integrante do dia a dia de negócios. No entanto, na arquitetura, o tema estava longe da prática corrente. O debate acontecia em enclaves universitários e em alguns escritórios.

Ambos os textos revelam a “frescura” de pensamento dos seus autores. Walter Gropius, então com 81 anos, acreditava que a máquina podia encurtar o processo de trabalho e libertar a criatividade.

Christopher Alexander, por sua vez, esclarecia de forma eloquente que quando as relações internas que geram uma forma são melhor compreendidas, é impensável que o computador possa ser algo que não útil, antecipando que quanto mais compreendêssemos a natureza complexa da forma e a natureza complexa da função, mais teríamos de procurar a ajuda do computador, quando nos propuséssemos a criar forma.

Neste contexto, a *First Conference on Architecture and the Computer* centrou-se no problema de educar profissionalmente uma nova geração de arquitetos, propondo a resolução de problemas dentro de uma linguagem própria do computador, repensando a sua função e relação com os projetistas e os designers, temas que ambos os textos transcritos refletem de modo visionário para a época.

Os textos que se seguem constam nos *Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference, “Architecture and the Computer”*, 1964. Foram coligidos por Isa Clara Neves no Boston Architectural College Archives, agosto 2018, Boston.

Desde que utilizo computadores para resolver problemas quer práticos quer teóricos em design, tenho recebido um grande número de questões de pessoas que estão interessadas no tema "A Aplicação de Computadores ao Design". A mais recente interrogação deste tipo veio da revista Landscape, que tem agora a gentileza de publicar esta resposta:

Na minha opinião, a pergunta que todos estes questionadores fazem, ou seja, "Como pode o computador ser aplicado ao design de arquitetura?", é errônea, perigosa e absurda. Nós não perdemos tempo a escrever cartas uns aos outros nem a discutir a questão "Como é que a régua de cálculo pode ser aplicada ao desenho arquitetónico?". Não andamos pelas nossas casas, de martelo e serra na mão, perguntando-nos onde podemos usá-los. Em suma, os adultos utilizam ferramentas para resolver problemas que não conseguem solucionar sem ajuda. Só uma criança, para quem o mundo das ferramentas é mais entusiasmante do que o mundo onde essas ferramentas podem ser aplicadas, divaga imaginando como usar as suas ferramentas.

Claro que não seria necessário mencionar isto se existissem centenas de problemas importantes que o computador pudesse ajudar-nos a resolver. Mas não há.

Um computador digital é, essencialmente, o mesmo que um enorme exército de funcionários, equipados com códigos de regras, lápis e papel, todos estúpidos e completamente sem iniciativa, mas capazes de acompanhar com precisão milhões de operações precisamente definidas. Não há nada que um computador possa fazer que um tal exército de funcionários não pudesse fazer, se lhe dessem tempo.

Tendo em consideração que o IBM 7090 demora 10^{-5} (1/10.000) segundos a fazer uma operação elementar que pode levar ao funcionário cerca de 10 segundos, isso significa que ele trabalha cerca de um milhão de vezes mais rápido que um único funcionário. Uma hora de cálculo no computador (que custa apenas umas centenas de dólares) pode, portanto, alcançar o mesmo que um exército de mil funcionários conseguiria alcançar em mil horas, ou no equivalente a cinco meses de trabalho.

Ao questionarmos de que modo poderia o computador ser aplicado ao desenho de arquitetura, devemos, portanto, perguntar-nos sobre que problemas de design conhecemos que poderiam ser resolvidos por um batalhão de funcionários, se lhes pudéssemos pagar.

Neste momento não há muitos problemas assim. Apesar de falarmos muito acerca da complexidade dos problemas, da complexidade da arquitetura e da complexidade da envolvente, esta conversa, até agora, raramente consegue ser substancial. No estado atual do design de arquitetura e paisagista, quase nenhum problema revelou complexidade de uma forma tão claramente definida que efetivamente exija o uso de um computador.

Até que tenhamos pensado nestes problemas tão profundamente, a nível conceptual, que nos deparemos com complexidades incontestáveis, e até que consigamos descrever estas complexidades de uma forma tão precisa que um exército de funcionários nos pudesse ajudar a resolvê-las, não faz qualquer sentido tentar usar um computador.

De facto, e até lá, os esforços para aplicar o computador ao design representam apenas o desejo de se estar atualizado e a vontade de acreditar que já alcançámos este nível de complexidade no nosso entendimento. Se utiliza um computador para resolver uma equação que pode resolver na sua cabeça, ou que nem sequer precisava de resolver, está apenas a enganar-se a si próprio ou a tentar enganar outra pessoa.

Mas há um perigo na preocupação com as máquinas de computação atualmente em voga que vai muito para além da irrelevância. O esforço para colocar um problema de tal forma que um computador possa ser utilizado para resolvê-lo irá distorcer a sua visão desse problema. Vai permitir-lhe apenas considerar os aspetos do problema que podem ser codificados – e em muitos casos estes são os aspetos mais triviais e menos relevantes.

Não considere isto como uma possibilidade estéril. A psicologia experimental, obcecada pela ideia da matematização rigorosa e de testar hipóteses, tem, durante os últimos quarenta anos, contornado os problemas significativos do comportamento humano, lidando apenas com aspetos triviais, aos quais é mais fácil conferir precisão. Não estou a dizer que não devemos querer ser precisos. Esse é o objetivo de todo o trabalho científico ou criativo. Mas se o amor pela precisão ultrapassa a nossa capacidade de escolher problemas significativos ou a nossa capacidade de distinguir o relevante do irrelevante, então temos de admitir que esta compulsão pela exatidão nos levou ao fracasso.

Isto é exatamente o que acontece quando um designer coloca em primeiro lugar o seu desejo de usar o computador, e só depois o seu desejo de compreender a forma e a função. Irá acontecer sempre que alguém decidirá aplicar o computador ao design. Podemos vê-lo, por exemplo, num recente estudo de planificação assistido por computador para um projeto hospitalar.¹

Neste estudo o computador foi usado para comparar diferentes organizações em planta, do ponto de vista do total de distância caminhada pelos doentes, enfermeiros, fornecedores e visitantes. Para isso, os autores definiram uma série de possíveis tipos de divisões num hospital e criaram formas de estimar a quantidade de tráfego entre salas de tipos diferentes, para que pudessem calcular os tráfegos de doente, enfermeiro, fornecedor e visitante relativos a cada layout. Não há dúvidas acerca da inteligência técnica da simulação. Mas não é informativa nem relevante. Em primeiro lugar, o facto de ter de ser usado um computador obrigou os autores a lidarem com fenómenos que pudessem ser medidos ou codificados. Foi por isso que eles analisaram

a distância e volume percorridos, em vez do bem-estar dos pacientes, os efeitos das diferenças acentuadas entre a vida doméstica e hospitalar, os efeitos dos pacientes uns sobre os outros, a rapidez da cura, o problema da medicina preventiva, as condições sob as quais os médicos podem diagnosticar doenças de forma mais fácil e bem-sucedida, as vantagens das clínicas de ambulatório ou qualquer um de entre outras centenas de problemas relevantes que se conjugam para fazer do hospital uma forma complexa.

Em segundo lugar, mesmo que levemos o problema do tráfego pedonal a sério, verificamos que a utilidade do computador é apenas aparente, não real.

Qualquer designer inteligente poderia analisar várias plantas de hospital examinadas pelo computador e dizer aproximadamente as quantidades relativas de tráfego que estas gerariam. A palavra-chave aqui é “aproximadamente”. É desnecessário saber as quantidades de tráfego geradas por uma planta até à segunda casa decimal, porque é irrelevante – e apenas tem a aparência de rigor. É um rigor insignificante. É como medir o tamanho de uma maçã com um micrómetro. E ainda assim, é apenas na segunda casa decimal que o computador consegue fazer melhor do que a experiência do designer.

Será dito que o objetivo de usar um computador é examinar uma extensão muito maior de alternativas do que aquelas que um designer teria tempo ou paciência ou perspicácia para analisar. Em teoria é um objetivo razoável. Mas na prática, apesar de ser grande o número de alternativas que um computador consegue analisar, o leque destas alternativas é pequeno, porque atualmente o computador apenas pode analisar um tipo muito restrito de solução.

Imagine que está à procura de um bloco de madeira para colocar debaixo da roda do seu carro, para impedir que se desloque enquanto muda o pneu. Pode olhar para vários pedaços de madeira diferentes para descobrir um que sirva. Mas não há necessidade de analisar uma centena ou um milhar de pedaços de madeira, cada um diferindo dos outros por uma questão de milímetros. Tal operação daria a impressão de uma maior amplitude. O que é enganador. E, no entanto, este é o tipo de variação que a aparente multiplicidade de diferentes plantas hospitalares efetivamente tem.

Só valerá a pena examinar um grande número de alternativas se as diferenças entre elas forem significativas e se existir alguma hipótese de se descobrir uma alternativa verdadeiramente inesperada entre as que são analisadas. A nossa capacidade atual de construir domínios de alternativas não permite isto. Neste momento, o computador pode, efetivamente, apenas mostrar-nos alternativas em que já pensámos. Isso não é uma limitação do computador. É uma limitação na nossa capacidade de conceber, abstratamente, grandes domínios de alternativas significativas. No entanto, até superarmos esta limitação conceptual, o uso do computador continuará a ser artificial. Tal como os resultados do hospital, os seus resultados não serão genuinamente esclarecedores.

Apesar de um fútil excesso de precisão, os resultados do estudo do hospital não requeriam realmente o uso de um computador. Aparentemente, a motivação implícita dos investigadores era o desejo de utilizar o computador, e não a necessidade de obter resultados que sem ele não obteriam. Em consequência desta motivação, o problema em si – o design de hospitais – foi absurdamente distorcido, apenas para que o computador pudesse ser usado na sua resolução.

A distorção e trivialidade não foram causadas por uma incompetência por parte dos autores. É inevitável que isto aconteça quando as pessoas tentam aplicar o computador ao design, em vez de esperarem até terem de utilizar o computador porque foram confrontadas com uma complexidade que não conseguem resolver sem ele.

Não há dúvidas de que um hospital é uma forma complexa, que veio dar resposta a um complexo padrão de necessidades. É legítimo a qualquer designer sentir-se perplexo perante esta complexidade. Mas se ele reduzir o problema do design do hospital aos aspetos que podem ser medidos ou codificados, irá eliminar essa mesma complexidade que desde o início fez com que o problema parecesse difícil.

É irónico que a própria ferramenta que foi inventada para descodificar complexidades imponha restrições severas aos problemas de design que consegue resolver, de tal modo que a verdadeira fonte de complexidade tenha de ser eliminada antes de a ferramenta chegar sequer a ela. Mas é essa a situação atual. O nosso esforço deve ser, portanto, no sentido de aprender a ver as verdadeiras complexidades do design com uma clareza que nos permita fazer uso de uma máquina que nos ajude a selecioná-las. Quando o tivermos feito, vamos provavelmente descobrir que o tipo de computador de que precisamos não é, de todo, como os atuais computadores digitais.

Enquanto isso, qualquer uso do computador digital que não implique progresso conceptual fomenta apenas suspeita, e não respeito.

Por último, devo distinguir o meu medo do interesse excessivamente zeloso no computador do medo muito mais generalizado que leva os designers a proclamarem, irracionalmente, que o computador ameaça a intuição e a criatividade e que nunca poderá substituí-los.

Invariavelmente, aqueles que receiam o próprio computador são aqueles que consideram o design como uma oportunidade para a expressão pessoal. Para essas pessoas o computador é uma ameaça porque chama a atenção para o facto de que a maioria do design intuitivo atual não é nada mais do que um despejar de segredos pessoais sob a forma plástica. O computador não pode imitar esses extravasamentos. Mas, de qualquer forma, os designers sérios também não os quereriam imitar.

Uma forma tem uma estrutura definida, substancial, funcional. Ao começarmos a entender esta estrutura, torna-se claro que esta é muito complexa e que a grande velocidade de um computador pode ser uma ajuda tremenda para lidar com ela. Quando as relações internas que geram uma forma são mais bem compreendidas, é impensável que o computador seja pouco menos que útil. O computador é uma ferramenta. É uma invenção maravilhosa, quase milagrosa. Quanto mais compreendermos acerca da naturezas complexas da forma e da função, mais teremos de procurar a ajuda do computador, quando nos propusermos a criar forma.

Mas o compreender a forma, e criar forma, neste sentido, não são bem conseguidos por aqueles que querem acima de tudo usar o computador, sem sequer terem uma razão para isso. De facto, estes entusiastas do computador causam ao design o mesmo tipo de prejuízo causado pelos delírios dos próprios expressionistas que eles estão a tentar substituir. Ambos retardam a nossa compreensão de forma e função e a nossa capacidade de criar concepções teóricas mais aprofundadas.

Qualquer pessoa que questione “Como podemos aplicar o computador à arquitetura?” é perigoso, ingénuo e insen-

sato. É insensato porque só alguém insensato quer utilizar uma ferramenta antes de ter uma razão para precisar dela. É ingênuo porque, tal como os milhares de funcionários nos mostraram, há muito pouco que um computador possa fazer, se não ampliarmos primeiro a nossa compreensão conceptual de forma e função. E é perigoso, porque a sua preocupação pode efetivamente prevenir-nos de alcançar essa compreensão conceptual e de ver os problemas tais como eles são.

Christopher Alexander, 1964. “Uma questão muito frequente sobre computadores e design”, em “Architecture and the Computer”, *Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference*, Boston, 5 dezembro, 1964, a partir do Boston Architectural College Archives, p. 52. Coligido por Isa Clara Neves, Boston Architectural College Archives, agosto 2018, Boston.

1 J. J. Souder, W. E. Clark, J. I. Elkind, M. B. Brown. *Planning for Hospitals, A Systems Approach Using Computer-aided Techniques*, American Hospital Association, Chicago, 1964, especialmente pp. 113–163.

No momento em que ousar avançar algumas palavras sobre as potencialidades da utilização de computadores para o desenho de arquitetura, devo enfatizar que ainda sou um completo leigo neste campo e que as minhas observações são, por isso, de natureza meramente especulativa.

Será de todo possível imaginar que as fenomenais proezas dos computadores mecânicos possam influenciar o processo criativo de arquitetos e designers? Algumas pessoas desdenham violentamente da ideia de que máquinas sem vida possam trazer qualquer vantagem para o pensamento inventivo. Sentem que o seu poder intuitivo será perturbado pelas forças da mecanização, que a faísca intencional e única do indivíduo criativo pode ser asfixiada na tentativa de averiguar factos mecânicos. Acredito que esta atitude equivale a deitar fora o bebê juntamente com a água do banho.

No seu excepcional livro *Mechanization Takes Command*, Siegfried Giedion escreveu:

“A mecanização é um agente, como a água, o fogo, a luz. É cega e não tem direção própria. Deve ser canalizada. Tal como os poderes da natureza, a mecanização depende da capacidade do homem para utilizá-la e proteger-se contra os seus perigos inerentes. Porque a mecanização surgiu inteiramente da mente do homem, é por isso mais perigosa para ele. Sendo menos facilmente controlável do que as forças naturais, a mecanização reage aos sentidos e à mente do seu criador.

É exigida uma superioridade sem precedentes sobre os instrumentos de produção para controlar a mecanização. Isso requer que tudo esteja subordinado às necessidades humanas.”¹

Parece-me estar errado sempre que fechamos a porta demasiado cedo à sugestão de novas potencialidades, sendo muitas vezes enganados pela nossa inércia natural e aversão à necessidade de transformar os nossos pensamentos. Não me sentindo à vontade no vasto campo dos sistemas computacionais, quero ser cauteloso. Ainda assim acredito que, se olharmos para essas máquinas como potenciais ferramentas para encurtar os nossos processos de trabalho, talvez elas possam ajudar a libertar o nosso poder criativo.

Há algum tempo, eu estava em visita às instalações da IBM em Nova Iorque quando um dos engenheiros me disse que já lhes era possível colocarem um computador a produzir uma grande variedade de desenhos gráficos de diferentes sistemas de tramos para um edifício, mostrando rapidamente as *proporções variáveis* dos potenciais tramos e o seu custo comparativo. Este é apenas um dos exemplos de como o computador pode ajudar-nos a tomar, com rapidez e lógica, decisões de design de relevância estética. Pode-se pensar num sem-número de grandes e pequenos detalhes relativamente aos quais o fornecimento imediato de uma multiplicidade de potenciais

soluções ajudaria a clarificar a nossa concepção de um design, oferecendo-nos atalhos valiosos.

O que eu não consigo ainda imaginar é um método prático para o arquiteto ou o designer comum utilizarem estas ferramentas no momento em que são necessárias. A ênfase certamente recairá na formulação inteligente das questões a serem respondidas pelo computador. Será então necessário formar uma nova profissão de assistentes de arquitetura com o propósito de articular os problemas a serem resolvidos com a linguagem própria do computador? Além disso, será viável economicamente construir computadores individuais no futuro para o uso comum do escritório, ou terão as respostas às questões resultantes de ser recebidas em centros de computadores onde o tempo de computação deverá ser alugado conforme as exigências de cada um? Estas questões só podem, obviamente, ser respondidas por especialistas em computadores.

Entretanto, espero que nós, arquitetos, mantenhamos uma mente aberta face a estas possibilidades que nos são oferecidas pela ciência. A crescente abrangência das nossas novas tarefas na arquitetura e no desenvolvimento urbano precisa de novas e elaboradas ferramentas para a sua concretização. Certamente que nos caberá a nós, arquitetos, fazer um uso inteligente destas ferramentas como meios superiores de controlo mecânico que nos podem proporcionar uma liberdade cada vez maior no processo criativo de design.

Walter Gropius, 1964. “Computadores para o desenho de arquitetura?”, em “Architecture and the Computer”, *Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference*, Boston, 5 dezembro, 1964, a partir do Boston Architectural College Archives, p. 41. Coligido por Isa Clara Neves, Boston Architectural College Archives, agosto 2018, Boston.

1 Tradução livre.

ARETI MARKOPOULOU

Areti Markopoulou é uma arquiteta, educadora e tecnóloga urbana de origem grega que trabalha a interseção entre arquitetura e tecnologias digitais. Atualmente é diretora académica da IAAC – Institute for Advanced Architecture of Catalonia, em Barcelona, uma das principais plataformas de educação internacionais. Areti é também coeditora da *Urban Next* e cofundadora do *StudioP52*. A sua pesquisa e prática de design exploram novos modelos de arquitetura que incorporam a aplicação de Tecnologias de Informação e Comunicação, Inteligência Material e Fabricação, permitindo que o espaço público e construído se adapte às mudanças comportamentais e ambientais ao longo do tempo. Detém um Bacharelado em Arquitetura e Engenharia pela DUTH – Democritus University of Thrace, um Mestrado em Arquitetura pelo IAAC e uma Licenciatura da Fab Academy em Fabricação Digital oferecida pela Fab Lab Network. É candidata a um Doutoramento pela UPC – Universitat Politècnica de Catalunya, investigando sobre Ambientes Responsivos e Cidades Inteligentes. O seu trabalho tem sido mostrado em inúmeras exposições em todo o mundo.

COLÔNIA

Colônia é um estúdio de design do Porto com trabalho especializado em design gráfico e editorial. Joana Machado (1978, Porto) é a diretora de arte da Colônia. Foi júri, em 2014, do concurso internacional Art Directors Club em Nova Iorque. Desde 2015 é a designer responsável pelo desenvolvimento da identidade gráfica do Programa de Arte Pública da cidade do Porto, tendo desenhado o seu logotipo e o Mapa de Arte Pública. O trabalho do estúdio Colônia foi exposto na BRNO Biennial of Graphic Design, em 2018.

FABIO GRAMAZIO

Fabio Gramazio é um arquiteto suíço com interesses multidisciplinares que vão desde o design computacional e a fabricação robótica até à inovação material. Em 2000, juntamente com o seu parceiro, Matthias Kohler, fundou o galardoado gabinete Gramazio Kohler Architecture. Ambos são professores catedráticos na ETH Zürich, onde dirigem em conjunto o Gramazio Kohler Research. Tendo iniciado o primeiro laboratório robótico de arquitetura em 2005, o grupo integra agora 30 investigadores que se dedicam a fazer evoluir a arquitetura e a construção através de métodos computacionais e tecnologia robótica, com especial ênfase em sistemas materiais ecologicamente viáveis. Fabio Gramazio é, desde 2017, diretor de estudos para Bacharelado e Mestrado em Arquitetura.

GEORG VRACHLIOTIS

Georg Vrachliotis é professor de Teoria da Arquitetura e diretor do Arquivo de Arquitetura e Engenharia Civil do KIT – Instituto de Tecnologia de Karlsruhe. Em 2016 foi nomeado reitor da Faculdade de Arquitetura do KIT. Anteriormente, Vrachliotis foi docente e investigador do Instituto de História e Teoria da Arquitetura (gta) da ETH Zürich. Estudou Arquitetura na Universidade de Artes de Berlim e fez o seu Doutoramento na ETH Zürich. Foi investigador convidado no Centro de Ciência Cognitiva da Universidade de Friburgo, no Centro de Cognição Espacial da Universidade de Bremen e no Departamento de Arquitetura da Universidade da Califórnia, Berkeley. Entre 2006 e 2010 foi professor convidado de Teoria da Arquitetura na Universidade Técnica de Viena. Vrachliotis é membro do conselho consultivo da revista *Arch+* e coeditor e coautor de diversos livros. É curador e cocurador de várias exposições, das quais a mais recente é *Sleeping Beauty. Reinventing Frei Otto's Multihalle* (por ocasião da 16.ª International Architecture Exhibition da Bienal de Veneza, em 2018).

ISA CLARA NEVES

Isa Clara Neves é arquiteta, professora e investigadora baseada no Porto. É autora de vários artigos publicados em conferências, jornais, revistas e livros. Coordena e coorganiza diversos eventos.

Isa é licenciada em Arquitetura pela Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (2004), mestre em Cultura Arquitetónica e doutorada em Arquitetura pela Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa (2009 e 2015). Colaboradora de Eduardo Souto de Moura entre 2007 e 2010, foi fundadora da revista *Nexus*. Coordenou e coorganizou diversos eventos, entre os quais *DigitalDarq*. É assistente convidada na ESAD/ Escola Superior Artes e Design. Paralelamente, exerce projeto de arquitetura, em parceria. Desenvolve investigação de Pós-Doutoramento pelo Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra e pelo College of Arts and Architecture na Pennsylvania State University. Foi a vencedora da 13.ª edição do *Prémio Távora* (2018).

JORGE FIGUEIRA

Jorge Figueira é arquiteto, docente, investigador e curador baseado em Coimbra. Escreve e investiga sobre diversos temas de arquitetura e urbanismo. Os seus textos têm sido publicados em livros e revistas científicas.

É licenciado em Arquitetura pela Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (1992) e doutorado pela Universidade de Coimbra (2009). É professor associado e foi diretor do Departamento de Arquitetura da Faculdade de Ciências

e Tecnologia da Universidade de Coimbra (2010 – 2017), assim como investigador do Centro de Estudos Sociais. Foi curador de diversas exposições, entre as quais *Oscilações. Eduardo Souto de Moura* (Camões – Centro Cultural Português em Maputo, Moçambique, 2016) ou *Álvaro Siza. Modern Redux* (Instituto Tomie Ohtake, São Paulo, Brasil, 2008). É autor de vários livros, entre os quais *A Periferia Perfeita. Pós-modernidade na Arquitectura Portuguesa. Anos 1960 – 1980* (Caleidoscópio, 2014) e *Arquitectanic. Os Dias da Troika* (Note, 2016).

JOSÉ BÁRTOLO

José Bártolo é curador, professor e crítico de design baseado no Porto. Trabalha como curador independente desde 1998, sendo atualmente curador sénior da Casa do Design de Matosinhos. É professor coordenador com agregação da ESAD/ Escola Superior de Artes e Design e diretor científico da esad-idea, Investigação em Design e Arte. Foi comissário do Pavilhão de Portugal na XXI Trienal de Milão (2015) e curador de inúmeras exposições, entre as quais *Portugal Imaginário — Turismo, Propaganda e Poder* (Casa do Design, Matosinhos, 2018); *Desejo, Tensão, Transição — Percursos do Design Português* (Casa do Design, Matosinhos, 2015) ou *Duets* (Beijing World Art Museum, China, 2014). Integrou o júri de diversos prémios de design, para além de ser responsável, na área do design gráfico, pela seleção de publicações do Programa Nacional de Leitura 2018. Colabora, como perito em design, com a A3ES e a FCT. É editor da revista *PLI Arte & Design* e autor de diversos artigos e livros na área da teoria crítica e da história do design.

MARIO CARPO

Mario Carpo é professor “Reyner Banham” de Teoria e História da Arquitetura na Barlett School of Architecture do University College de Londres. Após estudar Arquitetura e História em Itália, foi professor assistente na Universidade de Genebra, na Suíça. Fez a Agregação em França, em 1993, onde foi designado para a École d’Architecture de Saint-Étienne, primeiro, e depois para a École d’Architecture de Paris – La Vilette. Entre 2002 e 2006 dirigiu o Centro de Estudos do CCA – Centro Canadense de Arquitetura em Montreal. Foi professor convidado “Vincent Scully” de História da Arquitetura entre 2010 e 2014 e em 2017. A pesquisa e as publicações de Carpo centram-se na relação entre teoria da arquitetura, história cultural, história dos media e tecnologia da informação. O seu premiado livro *Architecture in the Age of Printing* (MIT Press, 2001) foi traduzido em várias línguas. Os seus ensaios e artigos mais recentes têm sido publicados em jornais e revistas internacionais.

PORTO DESIGN BIENNALE

PROMOTED BY/ PROMOVIDO POR

Câmara Municipal do Porto/ Porto City Hall
Câmara Municipal de Matosinhos/ Matosinhos City Hall

ORGANIZED BY/ ORGANIZADO POR

Esad-idea, Investigação em Design e Arte,
Research in Design and Art

BOARD

Rui Moreira [Chairman /Presidente]
Luísa Salgueiro [Vice-chairman/ Vice-presidente]
Sérgio Afonso
Eduardo Aires
Emanuel Barbosa
Francisco Providência
José Bártolo
Maria Milano

DIRECTOR/ DIRETOR

Sérgio Afonso

VICE-DIRECTOR/ VICE-DIRETOR

Magda Seifert

ADVISORY BOARD/ DIREÇÃO CONSULTIVA

Clarisse Castro
Diogo Vilar
Fernando Rocha
Guilherme Blanc
Maria José Rodrigues
Sílvia Fernandes

PDB 19 | POST MILLENNIUM TENSION

CHIEF CURATOR/ CURADOR GERAL

José Bártolo

CURATORIAL ASSISTANT/ ASSISTENTE DE CURADORIA

Raquel Pais

CURATOR OF TERRITORIO ITALIA/ CURADOR TERRITORIO ITALIA

Maria Milano

CURATORIAL ASSISTANTS OF TERRITORIO ITALIA/ ASSISTENTE DE CURADORIA TERRITORIO ITALIA

Eleonora Fedì
Luisa Medina
Sara Carraretto

SCHOOLS COORDINATOR/ COORDENADOR PROJETO ESCOLAS

Francisco Providência

SATELLITES COORDINATOR/ COORDENADOR SATÉLITES

Emanuel Barbosa

PRODUCTION DIRECTOR/ DIREÇÃO DE PRODUÇÃO

Sofia Meira

COMMUNICATIONS DIRECTOR/ DIREÇÃO DE COMUNICAÇÃO

Mafalda Martins

COORDENAÇÃO EDITORIAL/ EDITORIAL COORDINATION

Andreia Faria

EXHIBITION PROJECT MANAGER/ GESTÃO DO PROJETO EXPOSITIVO

Rui Canela

GRAPHIC DESIGN STRATEGY/ ESTRATÉGIA DE DESIGN GRÁFICO

Fábio Martins
João Castro
João Martino
Miguel Salazar

ART DIRECTOR/ DIREÇÃO DE ARTE

Inês Nepomuceno

NEW MEDIA DIRECTOR/ DIREÇÃO DE NEW MEDIA

Diogo Vilar

VIDEO COORDINATOR/ DIREÇÃO DE VÍDEO

André Tentúgal

PHOTOGRAPHY COORDINATOR/ DIREÇÃO DE FOTOGRAFIA

Inês d'Orey

GRAPHIC DESIGN/ DESIGN GRÁFICO

Susana Martins
Luís Cepa

NEW MEDIA DESIGN

Rafael Gonçalves

MOTION GRAPHICS

Lyft Creative Studio

VIDEO AND PHOTOGRAPHY/ VÍDEO E FOTOGRAFIA

Tânia Franco
Fernando Miranda

PRODUCTION ASSISTANT/ ASSISTENTE DE PRODUÇÃO

Íris Rebelo
Sara Pinheiro

PRODUCTION TEAM/ EQUIPA DE PRODUÇÃO

Alexandre Barbosa
Alexandre Costa
Carlos Rocha
Filipe Pinto
José Castro
Front Office
Margarida Antunes

SECRETARIAT/ SECRETARIADO

Carla Correia

SOCIAL MEDIA/ REDES SOCIAIS

Rita Carvalho

PRESS OFFICER/ ASSESSORIA DE IMPRENSA

This is Ground Control
Rota & Jorfida | Communication and PR

PDB CAFETERIA/ PDB CAFETARIA

Daniela Real

PDB STORES/ LOJAS PDB

Coral Books

BLACK BOX – STORIES OF THE FUTURE

CONFERENCES AND DEBATES ON DIGITAL CULTURE
/CONFERÊNCIAS E DEBATES SOBRE CULTURA DIGITAL
04.12.2019

CURATORSHIP/ CURADORIA
Isa Clara Neves
Jorge Figueira

SPEAKERS/ CONFERENCISTAS
Areti Markopoulou
Fabio Gramazio
Georg Vrachliotis
Mario Carpo

GRAPHIC DESIGN/ DESIGN GRÁFICO
Colônia

VENUE/ ESPAÇO
Teatro Municipal do Porto – Rivoli
Rua do Bonjardim, 143
4000-440 Porto

ACKNOWLEDGMENTS/ AGRADECIMENTOS
Tiago Guedes
Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

CATÁLOGO/ CATALOGUE

EDITION/ EDIÇÃO
esad—idea, Investigação em Design e Arte

EDITORIAL COORDINATION/ COORDENAÇÃO EDITORIAL
Isa Clara Neves
Jorge Figueira

EDITING AND PROOFREADING /EDIÇÃO E REVISÃO
Andreia Faria

TEXTS/ TEXTOS
Areti Markopolou
Christopher Alexander
Fabio Gramazio
Georg Vrachliotis
Isa Clara Neves
José Bártolo
Jorge Figueira
Mario Carpo
Walter Gropius

TRANSLATION/ TRADUÇÃO
Andreia Faria
Francisco Azevedo
Isa Clara Neves

GRAPHIC DESIGN/ DESIGN GRÁFICO
Colônia

PRODUCTION/ PRODUÇÃO
Sofia Meira

PRINT RUN/ TIRAGEM
300 copies / exemplares

PRINTING/ IMPRESSÃO
Gráfica Maiadouro

ISBN
978-989-54564-2-0

LEGAL DEPOSIT/ DEPÓSITO LEGAL
xxx

CREDITS AND COPYRIGHTS

“City as the lab” was originally published in *Time+Architecture* journal edited by Yuan P., Yan C.

“City as the lab” foi originalmente publicado em *Time+Architecture* journal edited by Yuan P., Yan C.

“A Much Asked Question about Computers and Design” was originally published in *Architecture and the Computer. Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference*, from the archive of the Department of Architecture, MIT, Boston, 5 de dezembro, 1964, p. 52.

“A Much Asked Question about Computers and Design” foi originalmente publicado em *Architecture and the Computer. Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference*, do arquivo do Departamento de Arquitetura, MIT, Boston, December 5, 1964, p. 52.

Fabio Gramazio interviewed by Isa Clara Neves and Jorge Figueira.

Fabio Gramazio entrevistado por Isa Clara Neves e Jorge Figueira.

“Gropius’ Question or On Revealing and Concealing Code in Architecture and Art” was originally published in *Code: between operation and narration*, Birkhäuser, 2011, p. 75.

“Gropius’ Question or On Revealing and Concealing Code in Architecture and Art” foi originalmente publicado em *Code: between operation and narration*, Birkhäuser, 2011, p. 75.

“Design, Automation, and Computational Brutalism”: excerpted and edited from an earlier essay written as a preface to G. Retsin, M. Jimenez, M. Claypool, V. Soler, *Robotic Building: Architecture in the Age of Automation*, Munich, Detail, 2019.

“Design, Automation, and Computational Brutalism”: selecionado e editado a partir de um ensaio anterior, escrito como prefácio a G. Retsin, M. Jimenez, M. Claypool, V. Soler, *Robotic Building: Architecture in the Age of Automation*, Munique, Detail, 2019.

“Computers for architectural design?” was originally published in *Architecture and the Computer. Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference*, from the archive of the Department of Architecture, MIT, Boston, 5 de dezembro, 1964, p. 41.

“Computers for architectural design?” foi originalmente publicado em *Architecture and the Computer. Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference*, do arquivo do Departamento de Arquitetura, MIT, Boston, December 5, 1964, p. 41.

esad—idea seeks to respect all copyrights and apologises for any errors or omissions.

A esad—idea procura respeitar todos os copyrights e pede desculpa por qualquer erro ou omissão.

December 2019/ Dezembro 2019

THIS PUBLICATION WAS CARRIED OUT WITH
THE SUPPORT OF/ ESTA PUBLICAÇÃO CONTOU
COM O APOIO DE



Centro de Estudos Sociais
Universidade de Coimbra



Universidade de
Coimbra – Alta e Seta
muito do Livro do Património
e Cultura e a Cultura
Mundial em 2013



Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia



PROMOTED BY / PROMOVIDO POR

ORGANIZED BY / ORGANIZADO POR



STRATEGIC PARTNERS / PARCEIROS ESTRATÉGICOS



INSTITUTIONAL PARTNERS / PARCEIROS INSTITUCIONAIS



SUPPORTERS / APOIOS



ASSOCIATED BRANDS / MARCAS ASSOCIADAS



PUBLISHING PARTNERS / PARCEIROS EDITORIAIS



With the Hight Patronage of His Excellency the President of the Portuguese Republic/
Com o Alto Patrocínio de Sua Excelência o Presidente da República Marcelo Rebelo de Sousa

Stories of the Future

P
D
B 19

PORTO
DESIGN
BIENNALE
2019

esad—idea