

ABSTRACT While technology and design have progressed greatly, they have also produced imbalances that affect the way we live and work. Additionally, they have also contributed to the use of the planet's resources to fill our homes with unnecessary devices and objects. We must de-objectify and de-colonise the way we design technologies to make for more inclusive and diverse futures. One way to do that is to recognise our shortcomings and experiment with them in a way that is productive and promotes a more peaceful coexistence among living systems.

This research explores the concept and practice of identifying these shortcomings via the "Atlas of Weak Signals". The Atlas is a tool for combatting future challenges by actively creating opportunities for design interventions to dissolve the troubling problems of our times. In order to support this claim, we present and analyse a series of projects developed over the course of a master's programme. Specific emphasis is placed on how the Atlas of Weak Signals was generated between students and faculty as a methodology to better understand the view of the world in which we live today from the one in which we design from. The projects are mapped in relation to emerging trends in both local and global contexts and the interconnections between these trends as generators of design opportunities. To conclude, we present the lessons we learned in the form of a toolkit so other design practitioners, researchers, teachers, and students can generate their own methods and tools.

Exploring Weak Signals to Design and Prototype for Emergent Futures



INTRODUCTION

Today, the biosphere, financial markets, family structures, and business models in product development –not forgetting society in general– are being challenged in one of the most important transition periods of human history. While the industrial revolution and its successive exponential leaps in science, technology, and production paradigms produced innumerable benefits to society, they also brought about a plethora of complex and interconnected problems (Srnicek and Williams 2016) that are challenging us to redefine the role of design and technology in society (Serra del Pino 2016).

We find ourselves in a period of transition and convergence where climate change, social disenfranchisement, and the centralisation of wealth and power meet emergent production paradigms and technologies (Diez 2012), all of which are opening up endless opportunities to recalibrate the negative effects of human-centred activities on the planet (Bardzell, Bardzell, and Stolterman 2014). New forms of synthetic intelligence, advanced manufacturing, new material science, and globally connected systems, among others, are prompting us to create different outputs from the ones we already know, challenging us to design possible futures for life on this planet (Ramos, Bauwens, and Kostakis 2016), human and non-human (Wakkary et al. 2016), and create promising and viable emergent futures for humanity to thrive, not just survive (Latour and Porter 2018).

DESIGN FOR EMERGENT FUTURES

Design can give us the power to shape the environment and the imagination to create a desired future reality (Dunne and Raby 2013; Schultz 2015; Blythe 2014). However, one of the challenges for designers today is how to embrace non-linear strategies in a world of complexity and chaos. Designing emergent futures means de-objectifying and de-colonising design to focus on designing interventions in the present from a 1st person perspective (Tomico, Winthagen, and Heist 2012) and to create new narratives about possible, desirable futures that we cannot anticipate – but which we can intimately play with and learn from (Søndergaard and Koefoed 2018).

In order to exemplify this approach, we present and analyse a series of pro-

jects developed over the course of the Master's in Design for Emergent Futures (Diez and Tomico 2020). Through the lens of critical and speculative design and technological exploration, students expand the focus of their interests and acquire the skills to turn protests into prototypes (Malpass 2019) and ideas into actions, and by harnessing the potential of digital fabrication, artificial intelligence, synthetic biology, and blockchain, students are able to scale up the impact of their actions to address systemic challenges of our current socio-economic paradigms (Hand et al. 2010). The programme's focus is on the design of personal interventions in the real world (Desjardins and Wakkary 2016) in the form of products, platforms, and other deployments based on present weak signals in order to explore new emergent futures.



Fig. 1. A photo compilation that illustrates the lab life of the master's programme, ranging from biology experiments, material samples development, digital fabrication, and building interactive installations.

Group	Weak Signals				
Surveillance Capitalism	Attention Protection	Dismantling Filter Bubbles	Circular Data Economy	The Truth Wars	Redesigning the Social
Anthropocene	Climate Conscience	Interspecies Solidarity	Long-Termism	Carbon Neutral Lifestyles	Fighting Anthropocene Conflicts
The Future of Work	Tech for Equality	New Jobs	Fighting AI Bias	Universal Basic Income	Human-Machine Creative Collaborations
After the Nation-State	Making World Governance	Rural Futures	Pick Your Own Passport	Refugee Tech	Welfare State 2.0
Exploring Identity	Non-Heteropatriarchal Innovation	Non-Western-Centric Futures	Reconfigure Your Body	Gender Fluidity	Disrupt Ageism

Table 1. Clustering of 25 weak signals into 5 groups (surveillance capitalism, Anthropocene, the future of work, after the nation-state, and exploring identity).

FINDING DESIGN OPPORTUNITIES WITH AN ATLAS OF WEAK SIGNALS

Students come to the programme from various backgrounds ranging from political science to ecology, following the premise that it is possible to intervene in every major crisis in today's world through design. But how do you start such a process when a student or a participant hasn't designed for that particular area or hasn't even participated in a design process before? An Atlas of Weak Signals serves as a visible structure to situate students and participants, enabling them to start identifying opportunities. It offers immediate keywords for research and experimentation and provides them with a starter design space to gain confidence and direction on where to begin (Tomico and Garcia 2011). But what is a weak signal? It is an early indicator of change that has little or no impact on the present day, but has the potential to cause a large change, triggering major events in the future (Hiltunen 2006). It can be defined as a trend before a trend, a controversy regarding a topic, an intermittent start, a soft causality between scales. It is an early vector of currently small changes, presaging strategic discontinuities, that can lead to the identifications of high impact events that seem too unlikely to happen and can be a rich source for further research (Hiltunen 2008). Collecting and organising a representative group of weak signals that can describe possible vectors, discontinuities, and emerging casualties can serve as a keyword taxonomy that offers a starting ground from where to analyse current systems and build possible scenarios.

During the 2018-19 academic year, 25 weak signals were identified within five groups (see Table 1). These 25 weak signals reflect the current trends or

emerging issues identified by the lens of the programme. It was an effort from the programme's team in collaboration with a cultural curator and analyst, but it can grow according to the evolution of the programme or be modified to fit the interests of the group wishing to implement the methodology. After an initial approach and general analysis of the signals by the students or participants, each signal can then be further broken down into related keywords, delving into their main aspects. This can be done by relational brainstorming or by keyword mapping with machine learning, as was the case in our programme. We did this in collaboration with creative technologists and machine learning experts with the help of a process called data scraping, using the Beautiful Soup library and Google's collaborative coding environment. This package for the Python programming language searches the web, automatically finding keywords related to the ones that are initially provided. Some keywords might be repeated or related across various categories, thus creating intersections in between that could be worth exploring. In a digital representation of the Atlas, these keywords can also work as hashtags or metadata tags allowing the system to place the projects under specific groups or signals, see connections between different projects (problems and solutions), and better understand the co-relations between future scenarios. Figure 2 shows the Atlas of Weak Signals in different levels of detail, as 2018-19 students studied, understood, and realised it. It is a complex network of interests and opportunities around and within which the students completed their master's projects individually and positioned themselves as designers for emergent futures collectively.

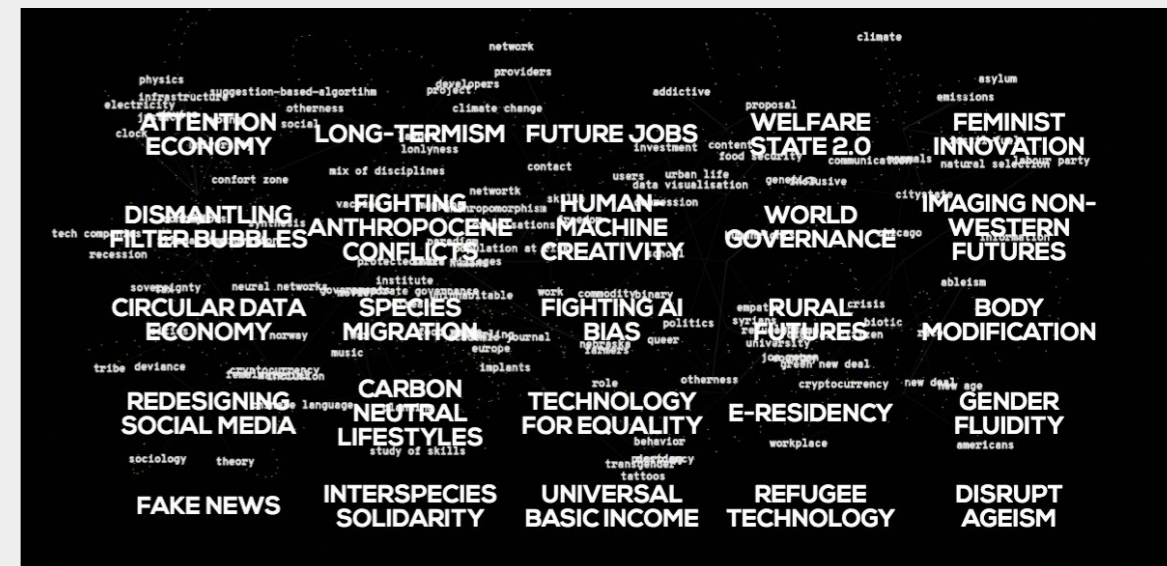


Fig. 2. Still shot of a dynamic visualisation of the atlas of 25 weak signals and the related key-terms.¹ Built on a corpus of academic research, data scraping, and keyword mapping with machine learning, the 25 different weak signals and various key-terms are associated with each weak signal.

BUILDING A DESIGN SPACE

The Atlas of Weak Signals thus serves as a guiding methodology to aid any student or participant, or any professional coming from various fields, in quickly finding latent design opportunities in current emerging contexts. This is achieved through a combinatorial strategy that allows for a vast number of possible configurations that are flexible enough so each individual can see their interests, backgrounds, and motivations reflected on it. At the same time, it is novel enough so that previously unthought of emergent opportunities by the participants, or even at the scale of systems and industries, can emerge through the juxtaposition and interconnection of these keywords and concepts (see Figure 3).

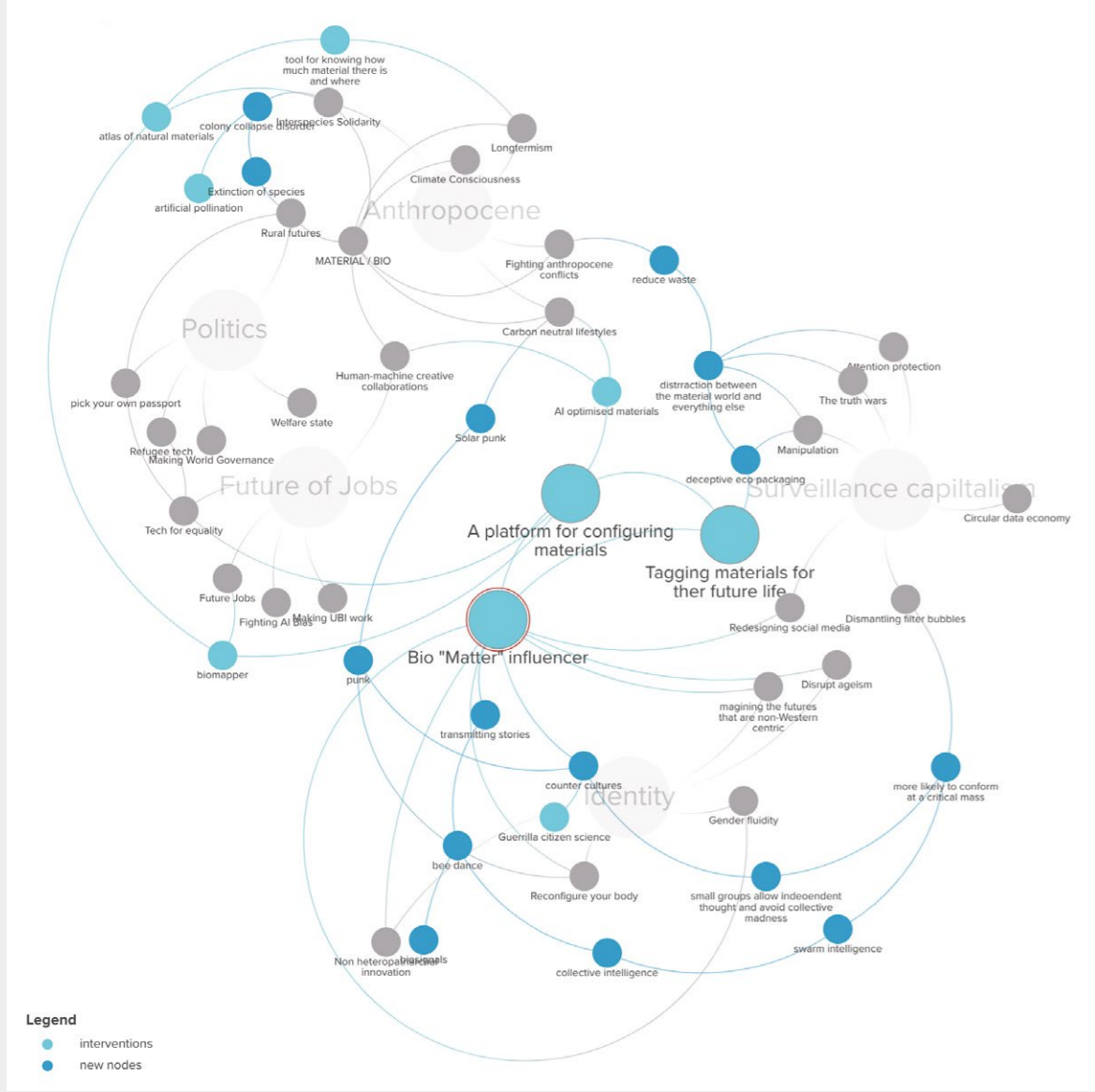


Fig. 3. Dynamic visualisation of a class exercise² finding intervention opportunities (in light blue) and keywords chosen by the students (in dark blue) in the intersection of the five major groups of weak signals (in light grey) and their associated weak signals (dark grey).

This combinatorial strategy has proven to be very rich in results, as shown by the very diverse nature of the projects presented below, and has also been expanded to reach its current state of development. The first time it was applied, throughout the course of academic year 2018-2019, students were only asked to choose and combine weak signals that reflected their backgrounds, interests, and the new issues or topics they wanted to investigate, giving them the first initial map to begin their pursuits. The map would grow with their process, giving them a tool to constantly visualise the state of their research (see Figure 4 as an early example done with a group of four students).

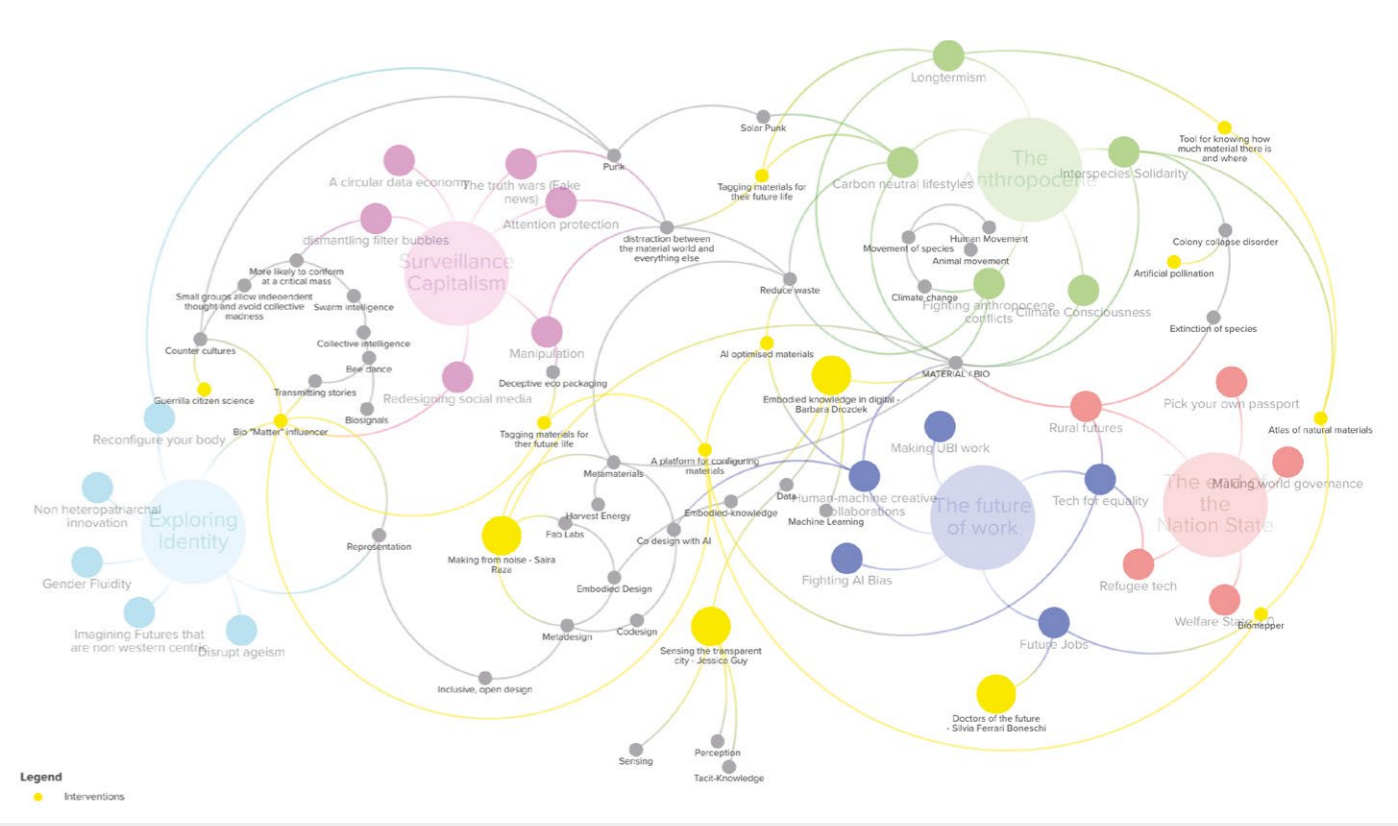


Fig. 4. Class exercise³ dynamically visualising four student projects (Making from Noise by Saira Raza, Doctors of the Future by Silvia Ferrari, Sensing the Transparent City by Jessica Guy, and Embodied Knowledge in Digital by Barbara Drozdek) and their possible interventions (in yellow) related to the 25 weak signals and the five major groups of weak signals (blue, red, purple, green, and fuchsia networks). Brainstormed associated keywords were added in grey.

MERGING WEAK SIGNALS INTO AREAS OF INTEREST AND INTERVENTIONS

The student projects' areas of interest and interventions lie within the dynamic intersections in the Atlas of Weak Signals, merging weak signals from different groups. For each project, a future scenario was built by detecting "weak signals" that set trends and point to certain directions (see Figure 5 as an example). Based on the analysis of the main change factors, students were able to detect these signals in the present and establish design interventions to experiment with new alternative narratives about possible or desirable futures with a level of detail that couldn't be achieved unless they are situated in context (Mackey et al. 2017). *The Puerta Project*, *Phone farm(ing)*, and *Jaktolab* are three of the student projects. In the following paragraphs, each project is described and related to the weak signals that defined them.

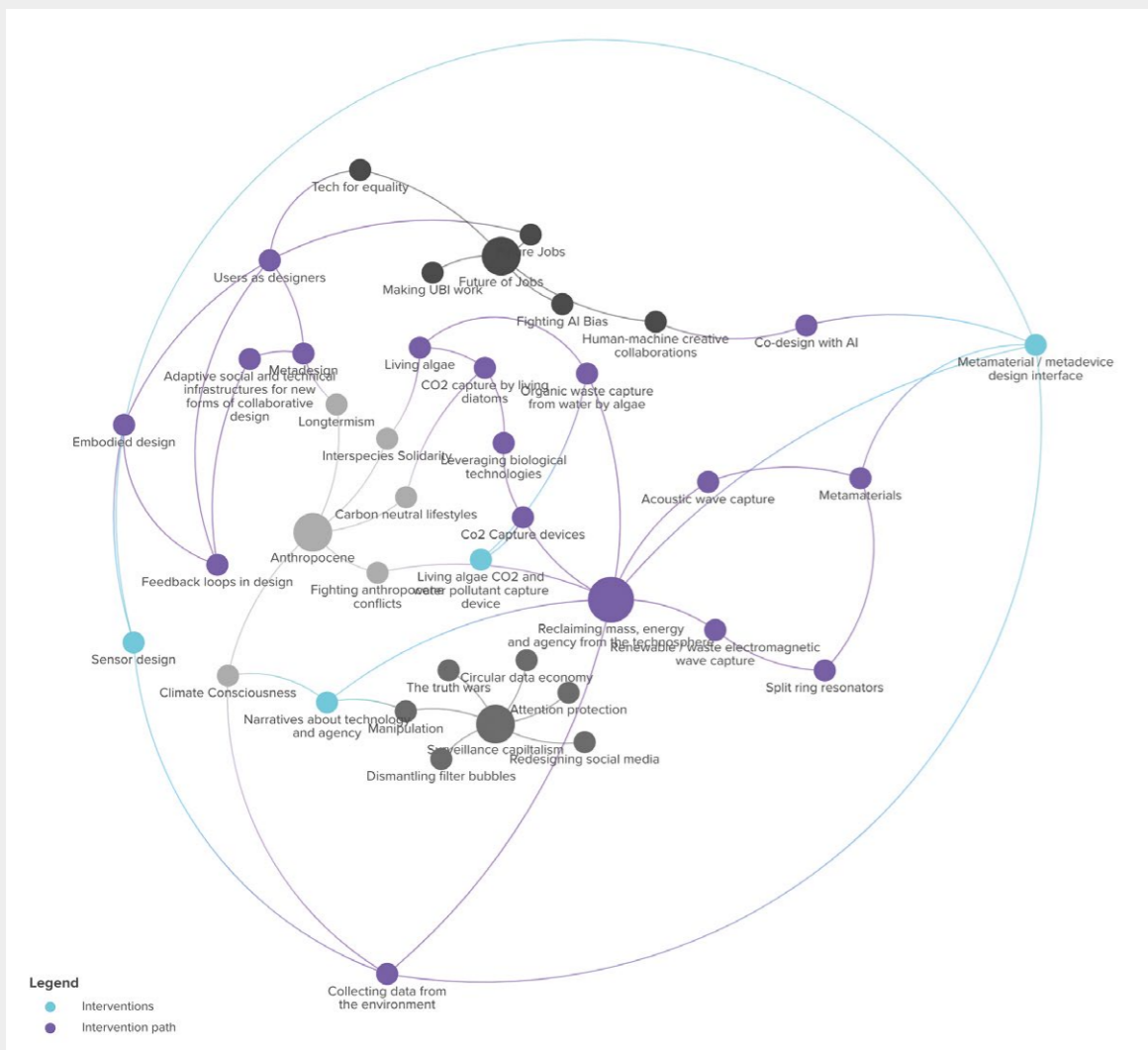


Fig. 5. Dynamic visualisation by student Saira Raza4 depicting her chosen weak signals (in grey), associated keywords that describe her project's intervention during the year (in purple), and other possible keywords for research and intervention opportunities (in blue).

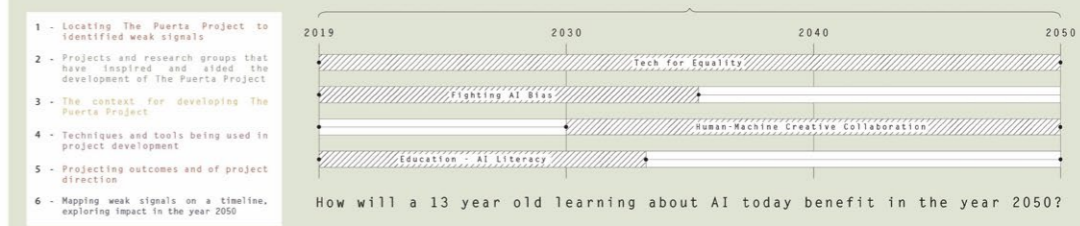
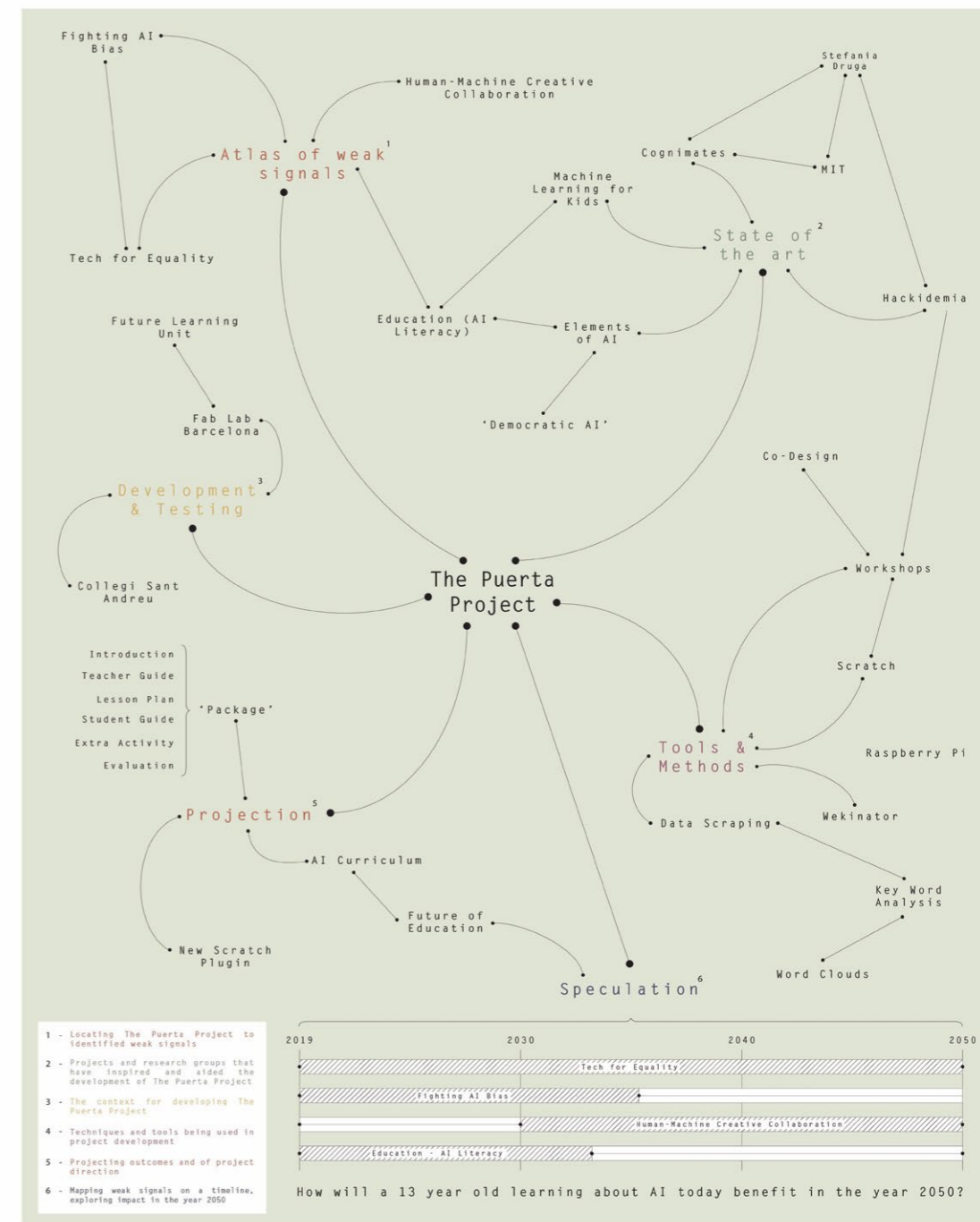


The aim of *The Puerta Project* (see Figures 6 and 7) by Oliver Juggins was to offer alternative modes of learning about AI, focusing on the basic principles which require no coding experience. The project was primarily aimed at empowering a younger audience, between the ages of 10 and 15, to learn about and create with AI. Using Barcelona as a testing ground, the project consisted of a series of workshops centred around creating interactive and playful experiences that make use of open source hardware and software in their development and delivery. The project's ultimate aim was to take AI out of the "black box" and present it as a subject involving fundamental knowledge with large implications for society as well as an enabling and emergent technology that can positively further human practice and creativity (Lukens and DiSalvo 2011).

Fig. 6. *The Puerta Project*, machine learning literacy for children and teachers. Weak signals: human-machine creative collaborations, new jobs, fighting AI bias, tech for equality, fighting Anthropocene conflicts.

AREA OF INTERVENTION

Mapping of the elements that contribute to the intervention

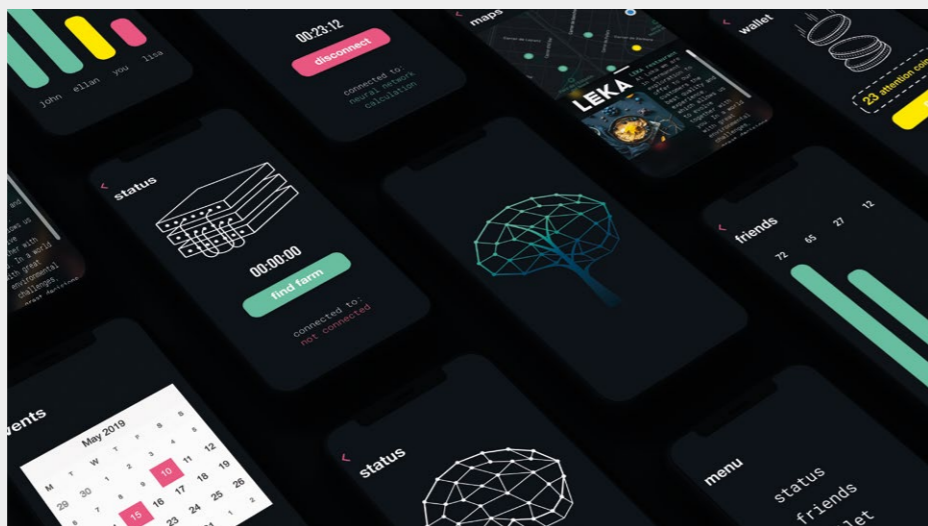


The Puerta Project <https://mdef.gitlab.io/oliver.juggins/oliver.juggins@iaac.net>

Fig. 7. Visual representation of the design space from Oliver Juggins, including weak signals such as human-machine creative collaborations, new jobs, fighting AI bias, tech for equality, fighting Anthropocene conflicts, and related keywords.

Phone farm(ing) by Gábor László Nándoki focused on reducing the negative effect of our phones on social interaction while utilising idle sensor data and processor capacity (see Figures 8 and 9). Nowadays, phones already have 25% of the capacity of an average computer. These sheer amounts of computing power offer the opportunity to build a crowdsourced computing network. While these “overpowered” devices are designed to get our attention, we can add a more contributive purpose which allows us to build a collective

economy for real-time collaboration and democratised access to “supercomputing” power. The Phone Farm was a cabinet with compartments for each phone, where every compartment was equipped with a charging option and could be locked to keep the phones safely stored. The cabinet was scalable for different purposes and locations and was applicable to all sorts of public or semi-public interaction environments.



JAKTO LAB by Aleksandra Łukaszewska aimed at the gap between today's tools and the skills of the future. By including biodesign in children's education, cross-curricular possibilities can be introduced not for the sake of science or biology learning, but to show that biology and design combined can create new opportunities. Today, the rift between disciplines is narrowing by necessity, so widening students' skillsets can give them the tools to learn. The toolkit that was developed allowed kids to learn through hands-on experience, experimenting with biodesign in a playful way (see Figures 10 and 11).



Fig. 10. Jaktolab, biodesign literacy kits for children and teachers. Weak signals: future jobs, technology for equality, interspecies solidarity, climate conscience.



↑ Fig. 8. Phone farm(ing), an intervention to distribute unused sources and preserve social interaction. Weak signals: attention protection, circular data economy, tech for equality, long-termism, human-machine creative collaborations.

↑ Fig. 9. Early keyword mapping exercise done by Gábor László Nándoki as part of his exploration of the long-termism weak signal and its possible related concepts according to his interests.

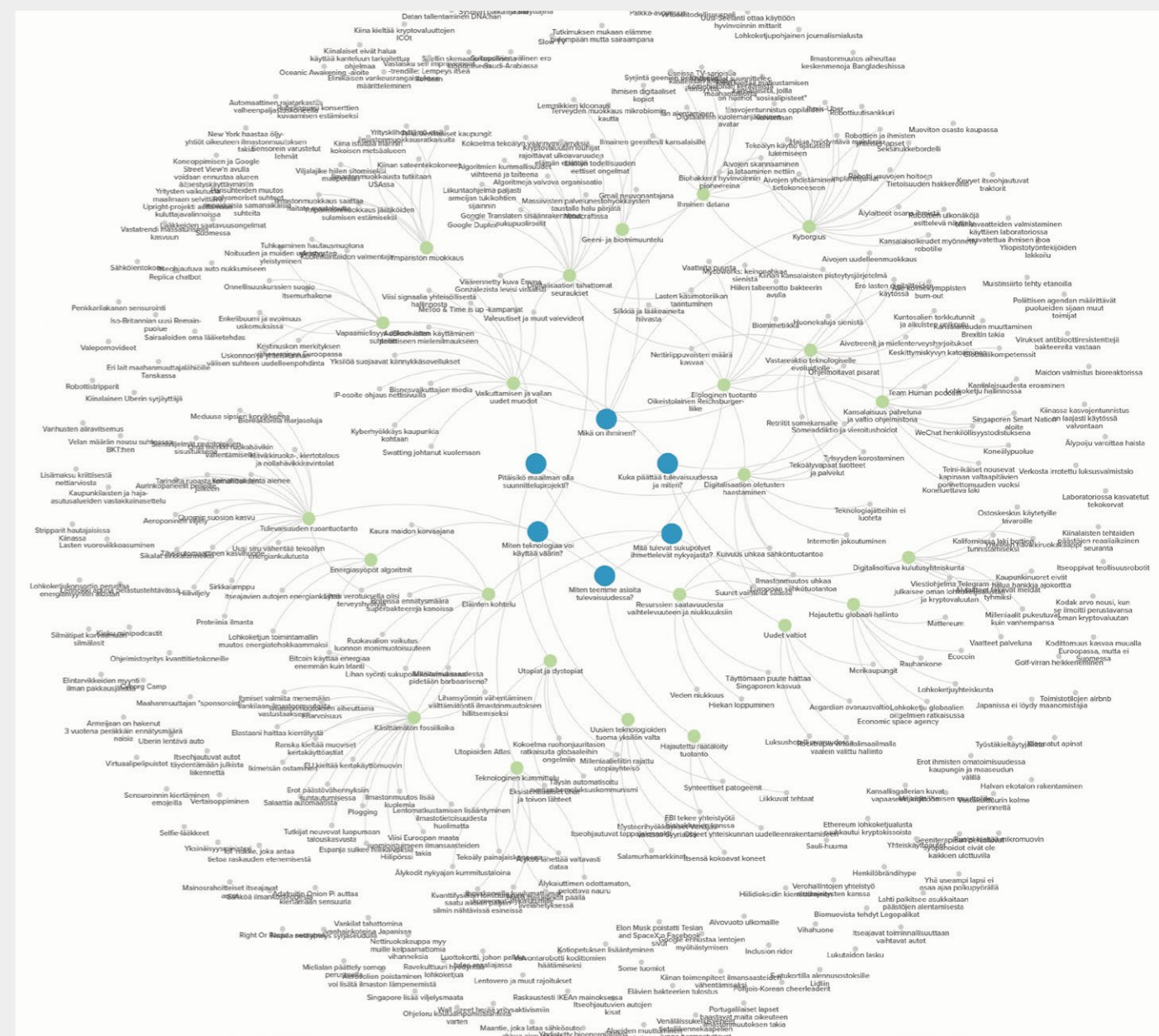


Fig. 11. Student Aleksandra Łukaszewska's visualisation of her six main research questions (in blue) related to her selected weak signals (in green) and associated keywords (in grey).



CONCLUSIONS. TRANSFERING THE LEARNING EXPERIENCE WITH A TOOLKIT

Having observed how the Atlas was utilised and bearing in mind how it could be used outside the classroom in shorter activities, the methodology was iterated, expanding its combinatorial variables to add more levels of possible results. This resulted in the ready-to-use physical toolkit to start designing emerging futures that we now have today, flexible enough to be used simply as an ideation tool for a three-hour session (see Figure 12) or as an aid to assist a short to long-term design process. The toolkit consists of four primary layers of elements that can be combined on the design space (four decks of cards).

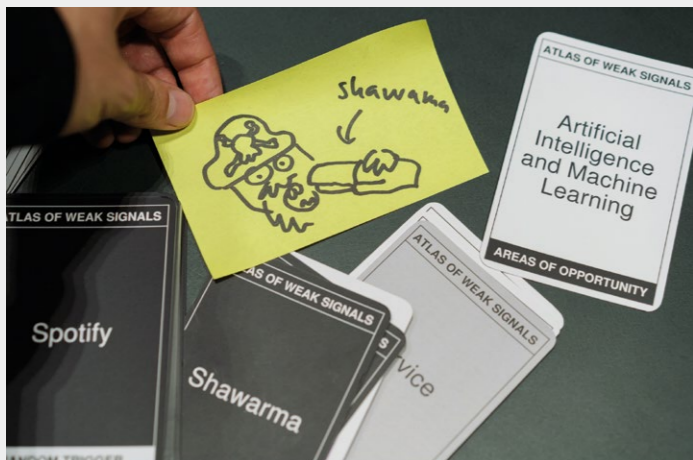


Fig. 12. Collection of images from the Atlas of Weak Signals workshop held at the Space10 premises in February 2020. The participants can be seen building their design spaces with the use of the toolkit.

Deck 1 (see Figure 13a) is the Atlas of Weak Signals itself, consisting of the actual 25 weak signals that were presented above in Table 1. Deck 2 (see Figure 13b) compiles areas of opportunity. This group of keywords describes the strategic areas of research that have been identified by Fab Lab Barcelona (Diez et al. 2019) as major areas of innovation that are affecting or offering new opportunities of research for almost every sociotechnical system and industry today. These, juxtaposed and related to any of the 25 weak signals, offer immediate new possible areas of research and intervention. Deck 3 (see Figure 13c) consists of wild cards or trigger cards. These cards aid the participants in taking into account random events that can affect their design process, integrating into the methodology the fact and the awareness that there will always be factors that we cannot control. This deck offers a random sample just to exemplify the case, but the cards can be customised to the specifics of each project as the actual wild cards for each student come along during their process. Deck 4 (see Figure 13d) presents challenges. This deck consists of five cards that describe specific challenges for innovation, which are: Institution, Service, Professional Role, Policy, and Product. Any of these challenges, combined with the weak signals and the strategic areas of innovation, complete the triangulation needed to spot possible emergent futures. We aspire to upcoming iterations of this body of work and its persistence as a design for emergent futures tool not only for future change-makers, but for anyone who wishes to be involved.



Fig. 13a. Collection of images from the Weak Signals illustrated card deck.



Fig. 13b. Collection of images from the Weak Signals illustrated card deck: Areas of Opportunity card deck.



Fig. 13c. Collection of images from the Weak Signals illustrated card deck: Wild Cards or Trigger Cards card deck.



Fig. 13d. Collection of images from the Weak Signals illustrated card deck: Challenge card deck.

TOMAS DIEZ

IAAC

Tomas Diez is a Venezuela-born Urbanist whospecialises in Digital Fabrication and its implications for the future of cities. He is the director of Fab Lab Barcelona at the Institute for Advanced Architecture of Catalonia, the Fab Academy global coordinator, the European project manager of the Fab Foundation, and a close collaborator in the development of the Fab Lab Network. He is a tutor in Design at the Royal College of Arts in London, Co-founder of the Smart Citizen project and StudioP52 (both in Barcelona), and has been the co-chair of the FAB10 Barcelona. Tomas has been appointed by *The Guardian* and Nesta as one of the top 10 digital social innovators to watch in 2013 and has been awarded by the Catalan ICT association as the entrepreneur of the year in 2014-15. His research interests relate to the use of digital fabrication tools to transform reality and how the use of new technologies can change the way people consume, produce, and relate to each other in cities.

OSCAR TOMICO, PhD

Elisava Barcelona School of Design and Engineering

Oscar Tomico trained as an Industrial Engineer and specialised in innovation processes in design engineering and currently heads the Industrial Design Engineering Bachelor’s Degree Programme at Elisava, co-directs the Design for Emergent Futures Master’s Programme in collaboration with the Institute of Advanced Architecture of Catalunya, and is an Assistant Professor in the Future Everyday cluster with the Department of Industrial Design at Eind-

hoven University of Technology. His research focuses on how to design, develop, produce, and deploy Soft Wearables. He has been involved in multiple research projects including Fibrous Smart Material Topologies (3TU.Bouw, 2016), ArcInTexETN (H2020, 2015), From Design Fiction to Material Science (KIEM, 2015), Crafting Wearables (CLICKNL, 2013), and Smart Textile Services (CRISP, 2011) to name a few. His communication and dissemination activities include co-organising events like the Smart services, smart production, smart textiles debate at the Disseny Hub (Barcelona, Spain, 2016) and the Crafting Wearables breakout session at The Future of Fashion is Innovation (MoBA, Arnhem, 2013). Tomico has curated exhibitions such as the Systems Design – Eindhoven School at Design Hub Museum (Barcelona, Spain 2012) and the “Speculate, collaborate, define – textile thinking for future ways of living” exhibition at Textile Museum (Borås, Sweden, 2017).

MARIANA QUINTERO

IAAC

Mariana Quintero is a multimedia developer, interaction designer, and researcher who works and develops her practice at the intersection where digital fabrication technologies, digital literacy and information, and computation ethics and aesthetics meet, contributing to projects that investigate the rise of the third digital revolution and how digital information and technologies translate, represent, and mediate knowledge about the world. For the last three years, she has been based in Barcelona contributing to research projects at IAAC | Fab Lab Barcelona and developing digital literacy curricula.

ACKNOWLEDGEMENTS

Jose Luis de Vicente, Lucas Peña, Ramon Sangüesa, Chiara Dall’Olio, Space10, Oliver Juggins, Aleksandra Łukaszevska, Emily Whyman, Jessica Guy, Nicolás Viollier, Gábor Lászlo Mándoki, Saira Raza, Silvia Ferrari, and Barbara Drozdek.

ENDNOTES

1. "The Atlas of Weak Signals", by Lucas Lorenzo Peña and José Luís de Vicente, last modified June 23, 2019. <https://fablabbcn.github.io/The-Atlas-of-Weak-Signals/>.
2. Bio "Matter" influencer. *Kumu* Dynamic visualisation by Emily Whyman, Barbara Drozdek and Nicolás Viollier, last modified June 23, 2019. <https://embed.kumu.io/fd8beff7b58e855f7d6c3c7e-653b2537#aows>
3. MDEF 2019 Project mapping against week signals. *Kumu* Dynamic visualisation by Saira Raza, Silvia Ferrari, Jessica Guy, and Barbara Drozdek, last modified June 23, 2019. <https://embed.kumu.io/7932579a85ffb4c1591ea999b80cbd85#aows-incl-materials-group/conn-ckpr0u4c>
4. Weak signals feeding into my intervention structure. *Kumu* Dynamic visualisation by Saira Raza, last modified June 23, 2019. <https://embed.kumu.io/410e6a9bd835cb698cf8ad29fbd-be485#weak-signals/stakeholder>

REFERENCES

- Bardzell, Jeffrey, Shaowen Bardzell, and Erik Stolterman. 2014. "Reading Critical Designs: supporting reasoned interpretations of critical design". In *CHI 14: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1951-1960. New York: ACM. <https://doi.org/10.1145/2556288.2557137>
- Blythe, Mark. 2014. "Research through Design Fiction: narrative in real and imaginary abstracts." In *CHI 14: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 703-712. New York: ACM. <https://doi.org/10.1145/2556288.2557098>
- Desjardins, Audrey, and Ron Wakkary. 2016. "Living In A Prototype: a Reconfigured Space." In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 5274-5285. New York: ACM. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858261>
- Diez, Tomas. 2012. "Personal Fabrication: Fab Labs as Platforms for Citizen-Based Innovation, from Microcontrollers to Cities." In *Nexus Network Journal: Digital Fabrication*, edited by Kim Williams, 457-468. Basel: Birkhäuser.
- Diez, Tomas, with contributions from James Tooze, Oscar tomico and Mara Balestrini. 2019. "Outro: Designing Emergent Futures." In *Design, Remix, Share, Repeat*, edited by Kate Armstrong, Tomas Diez, Lisa Goldapple, Alessandra Schmidt and Chrisian Villum, 182-185. Barcelona: IAAC.
- Diez, Tomas, and Oscar Tomico. 2020. "The Master in Design for emergent futures." *IAAC*. <https://iaac.net/educational-programmes/masters-programmes/master-in-design-for-emergent-futures-mdef/>.
- Dunne, Anthony, and Fiona Raby. 2013. *Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Hand, Chris, Anab Jain, Tessy Britton, Graham Burnett, Darryl Chen, Christopher Collett, Sanjiv Sharma, Charlie Tims, and Liam Young. 2010. "The Power of 8: Encouraging Collaborative DIY Futures". In *Proceedings of the 6th Swiss Design Network Conference: Negotiating Futures - Design Fiction*, 194-205. Basel: Swiss Design Network.
- Hiltunen, Elina. 2006. "Was It a Wild Card or Just Our Blindness to Gradual Change?" *Journal of Future Studies* 11(2): 61-74.
- Hiltunen, Elina. 2008. "Good Sources for Weak Signals: A Global Study of Where Futurists Look For Weak Signals." *Journal of Future Studies* 12(4): 21-44.
- Latour, Bruno. 2018. *Down to Earth: Politics in the New Climatic Regime*. Cambridge, UK.: Polity Press.
- Lukens, Jonathan, and Carl DiSalvo. 2011. "Speculative Design and Technological Fluency." *International Journal of Learning and Media* 3(4): 23-40. https://doi.org/10.1162/ijlm_a_00080
- Mackey, Angella, Ron Wakkary, Stephan Wensveen, Oscar Tomico, and Bart Hengeveld. 2017. "Day-to-day speculation: designing and wearing dynamic fabric." In *RTD2017: Proceedings of the 3rd Biennial*

Research through Design Conference, 439-454. N.p.: Research Through Design.

Malpass, Matthew. 2019. *Critical Design in Context: History, Theory, and Practices*. London: Bloomsbury Academic.

Ramos, Jose, Michel Bauwens, and Vasilis Kostakis. 2016. "P2P And Planetary Futures." In *Critical Posthumanism and Planetary Futures*, edited by Debashish Banerji and Makarand R. Paranjape, 193-214. New Delhi: Springer India.

Schultz, Wendy L. 2015. "A Brief History of Futures." *World Futures Review* 7(4): 324-331. <https://doi.org/10.1177/1946756715627646>

Serra del Pino, Jordi. 2016. "Centre Català De Prospectiva: Building Better Futures in Grey Times." *World Futures Review* 8(2): 94-97. <https://doi.org/10.1177/1946756716651526>

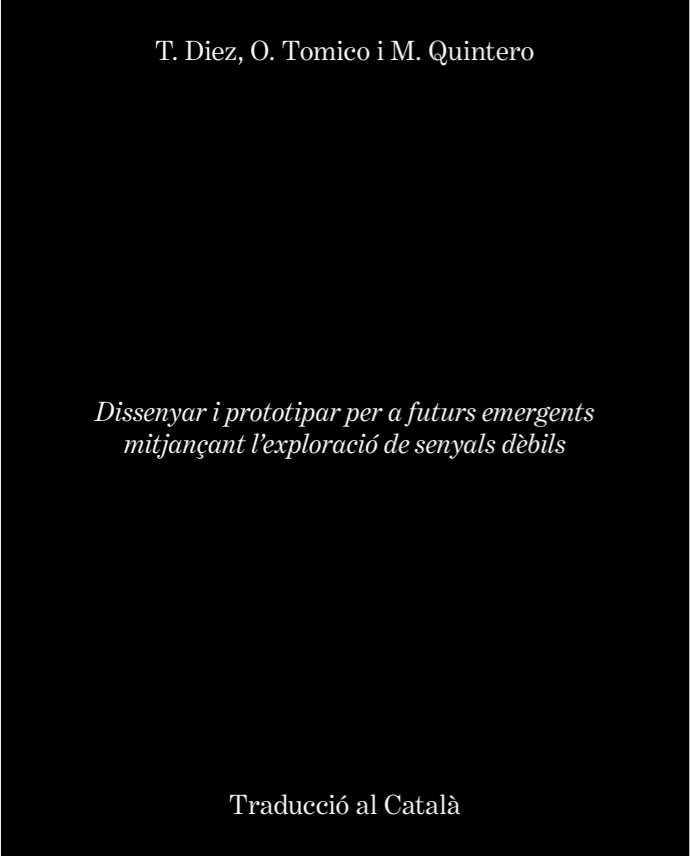
Søndergaard, Marie Louise Juul, and Lone Koefoed Hansen. 2018. "Intimate Futures: Staying with the Trouble of Digital Personal Assistants through Design Fiction". In *DIS '18: Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference*, 869-880. New York: ACM. <https://doi.org/10.1145/3196709.3196766>

Srnicek, Nick, and Alex Williams. 2016. *Inventing the Future: Postcapitalism and a World Without Work*. London: Verso.

Tomico, Oscar, and Iolanda Garcia. 2011. "Designers and Stakeholders Defining Design Opportunities 'In-Situ' through Co-reflection." In *PIN-C 2011: Proceedings of the Participatory Innovation Conference*, 58-64. Sønderborg: University of Southern Denmark.

Tomico, Oscar, Vera Winthagen and Marcel van Heist. 2012. "Designing for, with or within: 1st, 2nd and 3rd person points of view on designing for systems." In *NordiCHI '12: Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*, 180-188. New York: ACM.

Wakkary, Ron, William Odom, Sabrina Hauser, Garnet Hertz, and Henry Lin. 2016. "A Short Guide to Material Speculation." *Interactions* 23(2): 44-48. <https://doi.org/10.1145/2889278>



T. Diez, O. Tomico i M. Quintero

Dissenyar i prototipar per a futurs emergents mitjançant l'exploració de senyals dèbils

Traducció al Català

INTRODUCCIÓ

Actualment la biosfera, els mercats financers, les estructures familiars i els models de negoci de desenvolupament de productes –sense oblidar la societat en general– s’enfronten a un dels períodes de transició més importants de la història de la humanitat. La revolució industrial i els seus avenços exponencials en ciència, tecnologia i paradigmes de producció han aportat innumerables beneficis a la societat, però també han portat una infinitat de problemes complexos i interconnectats (Srnicek i Williams 2016) que ens obliguen a redefinir el paper del disseny i la tecnologia en la societat (Serra del Pino 2016). Ens trobem en un període de transició i convergència en què el canvi climàtic, la retallada de drets socials i la centralització de la riquesa i el poder han coincidit amb tecnologies i paradigmes de producció emergents (Diez 2012). Tot això obre infinites oportunitats per recalibrar els efectes negatius de l’activitat humana en el planeta (Bardzell, Bardzell i Stolterman 2014). Les noves formes d’intel·ligència sintètica, la fabricació avançada, les noves ciències dels materials i els sistemes globals connectats, entre altres, ens impulsen a crear solucions diferents de les que ja coneixem, ens plantegen el desafiament de dissenyar futurs possibles per a la vida en aquest planeta (Ramos, Bauwens i Kostakis 2016), humana i no humana, (Wakkary et al. 2016), i de crear futurs emergents viables i il·lusionants perquè la humanitat prosperi, i no només sobrevisqui (Latour i Porter 2018).

DISSENY PER A FUTURS EMERGENTS

El disseny ens pot donar el poder de modelar l’entorn i la imaginació per crear una realitat futura desitjable (Dunne i Raby 2013; Schultz 2015; Blythe 2014). Tanmateix, actualment els dissenyadors han de fer front a un desafiament: com seguir estratègies no lineals en un món complex i caòtic. Dissenyar per a futurs emergents significa desobjectivar i descolonitzar el disseny per centrar-se a dissenyar actuacions en el present des d’una perspectiva en primera persona (Tomico, Winthagen i Heist 2012) i crear noves narratives sobre futurs possibles i desitjables que no podem preveure, però amb els quals podem jugar personalment i dels quals podem aprendre (Søndergaard i Koefoed 2018). Per il·lustrar aquest plantejament, presentem i analitzem una sèrie de projectes que van sorgir durant el màster en Disseny per a Futurs Emergents (Diez i Tomico 2020). A través del prisma del disseny crític i especulatiu i de l’exploració tecnològica, els estudiants amplien el ventall dels seus interessos i adquireixen l’habilitat de transformar les protestes en prototips (Malpass 2019) i les idees en accions, i aprofitant el potencial de la fabricació digital, la intel·ligència artificial, la biologia sintètica i el *blockchain*, poden redimensionar l’impacte de les seves accions per respondre als desafiaments sistèmics dels paradigmes socioeconòmics amb què ens trobem (Hand et al. 2010). El curs se centra en el disseny d’intervencions personals en el món real (Desjardins i Wakkary 2016) en forma de productes, plataformes i altres desenvolupaments basats en els actuals senyals dèbils per explorar nous futurs emergents.

TROBAR OPORTUNITATS DE DISSENY AMB UN ATLES DE SENYALS DÈBILS

Els estudiants del curs provenen d’àmbits tan diferents com les ciències polítiques o l’ecologia, ja que en el món actual el disseny pot intervenir en qualsevol crisi. Però, com es comença un procés d’aquesta mena si un estudiant o un participant no ha dissenyat per a aquell àmbit en particular o ni tan sols ha participat mai en un procés de disseny? L’Atles de senyals dèbils és una estructura visible que permet que els estudiants se situïn i comencin a identificar oportunitats. Ofereix paraules clau per a la investigació i l’experimentació i els reserva un espai de disseny inicial per donar confiança i una direcció

PARAULES CLAU

Futurs Emergents, Senyals Dèbils, Disseny d’intervencions, Creació de Futurs, Especulació Material, Perspectiva en Primera Persona.

RESUM

La tecnologia i el disseny han sigut fonamentals per realitzar grans avenços per a la humanitat, però també han provocat desequilibris que afecten la nostra manera de viure i treballar. A més, també han contribuït a utilitzar els recursos del planeta per omplir les nostres cases d’objectes i dispositius innecessaris. Hem de desobjectitzar i descolonitzar la nostra manera de dissenyar la tecnologia per encaminar-nos cap a futurs més inclusius i diversos. Una manera de fer-ho és reconèixer les nostres limitacions i experimentar-hi d’una manera productiva i que fomenti una convivència més pacífica entre els sistemes vius. Aquesta investigació explora el concepte i la pràctica d’identificar aquestes limitacions per mitjà de l’Atles de senyals dèbils. L’Atles és una eina que ens permet fer front a desafiaments futurs creant oportunitats d’intervencions de disseny que eliminin els inquietants problemes del nostre temps. Per il·lustrar aquest plantejament, vam presentar i analitzar una sèrie de projectes que es van desenvolupar durant un curs de màster. Ens centrem en el sorgiment de l’Atles: els estudiants i els professors el van crear com a metodologia per comprendre la visió del món en què vivim respecte de la visió del món des del qual dissenyem. Es genera un mapa dels projectes en què s’indiquen les tendències dels contextos local i global i les interconnexions entre les esmentades tendències com a generadores d’oportunitats de disseny d’intervencions. Com a conclusió, presentem el que hem après en forma de kit perquè altres professionals, investigadors, professors i estudiants puguin generar els seus propis mètodes i eines.

TOMAS DIEZ IAAC

Tomas Diez és un urbanista veneçolà especialitzat en Fabricació Digital i les seves implicacions per al futur de les ciutats. És el director de Fab Lab Barcelona, que forma part de l’Institut d’Arquitectura de Catalunya, coordinador global de Fab Academy, gestor de projectes europeus de

per la qual començar (Tomico i Garcia 2011). Però, què és un senyal dèbil? És un clar indicador de canvi que té un impacte limitat o nul en l’actualitat, però que té el potencial de provocar un gran canvi i donar lloc a esdeveniments rellevants en el futur (Hiltunen 2006). Es pot definir com una tendència abans d’una tendència, una controvèrsia sobre un tema, un inici intermitent, una suau causalitat entre magnituds. És un primer vector de canvis actualment menors que auguren discontinuïtats estratègiques que poden dur a identificar esdeveniments d’elevat impacte que semblen improbables i poden ser una abundant font de més investigació (Hiltunen 2008). Compilar i organitzar un grup representatiu de senyals dèbils que puguin descriure possibles vectors, discontinuïtats i urgències emergents pot servir de sistema de classificació de paraules clau que ofereixi una base des de la qual analitzar sistemes actuals i construir possibles escenaris. Durant el curs 2018-2019 es van identificar 25 senyals dèbils pertanyents a cinc grups (vegeu la Taula 1). Aquests 25 senyals dèbils reflecteixen les tendències actuals o els temes emergents que ha detectat el focus del curs. Va ser un esforç conjunt de l’equip del curs i d’un analista i comissari cultural, però pot créixer segons l’evolució del curs o pot canviar per ajustar-se als interessos del grup que vulgui aplicar la metodologia. Després d’un plantejament inicial i d’una anàlisi general dels senyals per part dels estudiants o els participants, cada senyal es pot descompondre en paraules clau relacionades que aprofundeixin en els seus principals aspectes. Això es pot fer amb una pluja d’idees relacionades o amb un mapa de paraules clau utilitzant l’aprenentatge automàtic, tal com vam fer en el curs. Ho vam fer en col·laboració amb tecnòlegs creatius i experts en aprenentatge automàtic gràcies a un procés anomenat raspat de dades utilitzant la llibreria de Beautiful Soup i l’entorn de programmeació col·laboratiu de Google. Aquest paquet per al llenguatge de programmeació Python rastreja el web tot buscant paraules clau relacionades amb les paraules de referència. Algunes paraules clau es podrien repetir o relacionar-se entre diferents categories i crear així interseccions intermèdies que pagaria la pena explorar. En una representació digital de l’Atles, aquestes paraules clau també poden actuar com a *hashtag* o etiqueta de metadades, que permet que el sistema col·loqui els projectes sota determinats grups o senyals, com per exemple les connexions entre diferents projectes (problemes i solucions), i que compreguin millor les correlacions entre futurs escenaris. La Figura 2 mostra l’Atles de senyals dèbils amb diferents nivells de detall, tal com el van estudiar, el van comprendre i el van aplicar els estudiants de 2018-2019. És una complexa trama d’interessos i oportunitats sobre la qual i dins la qual els estudiants van finalitzar els seus projectes de màster individualment i es van posicionar com a dissenyadors de futurs emergents col·lectivament.

CONSTRUIR UN ESPAI DE DISSENY

L’Atles de senyals dèbils, doncs, serveix de metodologia orientadora per ajudar estudiants o participants, o professionals de diversos àmbits, a trobar ràpidament oportunitats de disseny latents en els contextos emergents actuals. Això s’aconsegueix amb una estratègia combinatòria que permet un gran nombre de configuracions que són prou flexibles perquè cada persona pugui veure-hi reflectits els seus interessos, la seva història i les seves motivacions. Alhora, és prou nou perquè les oportunitats emergents que no s’havien tingut en compte als estudiants, o fins i tot a nivell de sistemes i indústries, puguin emergir per la juxtaposició i la interconnexió dels esmentats conceptes i paraules clau (vegeu la Figura 3).

Aquesta estratègia combinatòria ha demostrat una gran riquesa de resultats, tal com demostra la diversitat dels projectes que es presenten més endavant, i també s’ha estès

la Fab Foundation i íntim col·laborador del desenvolupament de la Fab Lab Network. És docent de Disseny al Royal College of Arts de Londres, cofundador del projecte Smart Citizen i de StudioP52 (tots dos a Barcelona) i ha copresidit FAB10 Barcelona. *The Guardian* i Nesta van considerar el Tomàs un dels 10 innovadors socials digitals més prominents del 2013 i l’ICT de Catalunya el va nomenar emprenedor de l’any el 2014-15. Les seves investigacions se centren en l’ús d’eines de fabricació digital per transformar la realitat i en com l’ús de les noves tecnologies pot canviar la nostra manera de consumir, produir i relacionar-nos a les ciutats.

OSCAR TOMICO, PhD Elisava Escola Universitària de Disseny i Enginyeria de Barcelona

Oscar Tomico es va formar com a enginyer industrial i es va especialitzar en processos d’innovació en l’enginyeria de disseny. Actualment dirigeix el grau d’Enginyeria de Disseny Industrial d’Elisava, codirigeix el màster en Disseny per a Futurs Emergents en col·laboració amb l’Institut d’Arquitectura Avançada de Catalunya, i és professor adjunt del grup Future Everyday del departament de Disseny Industrial de la Universitat Tecnològica d’Eindhoven. La seva investigació gira al voltant del disseny, el desenvolupament, la producció i la implementació de soft wearables. Ha participat en múltiples projectes d’investigació com el Fibrous Smart Material Topologies (3TU. Bouw 2016), ArclnTexETN (H2020 2015), From Design Fiction to Material Science (KIEM 2015), Crafting Wearables (CLICKNL 2013) i Smart Textile Services (CRISP 2011), entre altres. Les seves activitats de comunicació i difusió inclouen la coorganització d’actes com ara el debat Smart services, smart production, smart textiles celebrat al Disseny Hub (Barcelona, Espanya, 2016) i la sessió inaugural de Crafting Wereables de The fututure of Fashion is Innovation (MoBA, Arnhem 2013). Tomico ha comissariat exposicions com ara “System Design – Eindhoven School” al Museu del Disseny (Barcelona, Espanya 2012) i “Speculate, collaborate, define – textile thinking for future ways of living” al Museu Tèxtil (Borås, Suècia 2017).

T. Diez

fins que ha arribat al seu estat actual de desenvolupament. La primera vegada que es va aplicar, el curs acadèmic 2018-2019, els estudiants només havien de triar i combinar els senyals dèbils que reflectien la seva formació, els seus interessos i els nous temes que volien investigar, i aleshores rebien el primer mapa inicial per començar la seva activitat. El mapa, que anava creixent a mesura que avançaven en el procés, els donava una eina per visualitzar en tot moment l’estat de la seva investigació (vegeu la Figura 4 com un dels primers exemples realitzats amb un grup de quatre estudiants).

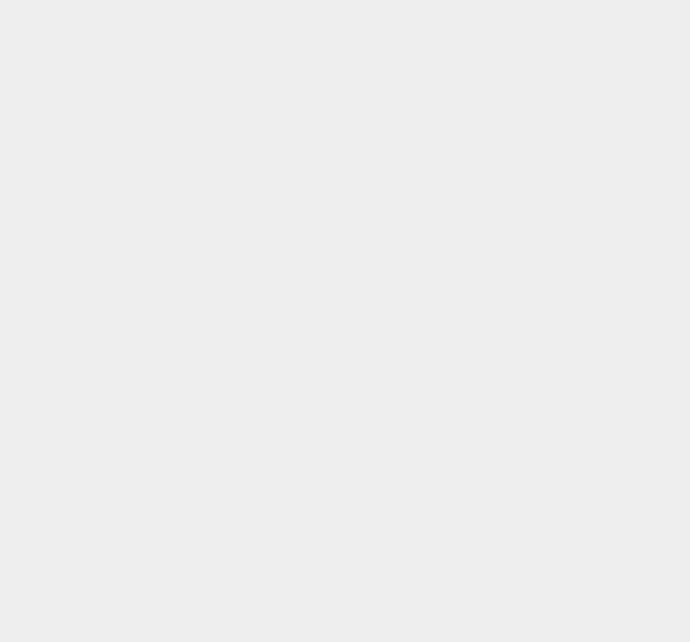
FUSIÓ DE SENYALS DÈBILS EN ÀREES D’INTERÈS I INTERVENCIONS

Les àrees d’intervenció i interès dels projectes dels estudiants es troben a les interseccions dinàmiques de l’Atles de senyals dèbils, on es fusionen senyals dèbils de diversos grups. Es va crear un escenari de futur per a cada projecte i es van detectar “senyals dèbils” que fixaven tendències i apuntaven a una determinada direcció (vegeu la Figura 5 com a exemple). Basant-se en l’anàlisi dels principals factors de canvi, els estudiants van poder detectar aquests senyals en el present i van crear intervencions de disseny per experimentar amb noves narratives alternatives sobre futurs possibles o desitjables amb un nivell de detall que no es podia aconseguir sense estar en context (Mackey et al. 2017). *The Puerta Project*, *Phone farm(ing)* i *Jaktolab* són tres dels projectes dels estudiants. Als paràgrafs següents es descriu cadascun dels projectes i es relacionen amb els senyals dèbils que els van definir
L’objectiu de *The Puerta Project* (vegeu les figures 6 i 7) d’Oliver Juggins era oferir formes alternatives de conèixer la IA, centrant-se en els principis bàsics que no requereixen experiència de programmeació. L’objectiu principal del projecte consistia a permetre que un públic més jove, d’entre deu i quinze anys, conegués la IA i la fes servir per crear. Utilitzant Barcelona com a banc de proves, el projecte va consistir en una sèrie de tallers de creació d’experiències interactives i lúdiques que van utilitzar hardware de codi obert en el seu desenvolupament i la seva execució. L’objectiu últim del projecte era treure la IA de la seva “caixa negra” per presentar-la com a matèria que treballa amb coneixements fonamentals i que té importants implicacions per a la societat, i com una tecnologia capacitadora i emergent que pot promoure positivament la creativitat i la pràctica humanes (Lukens i DiSalvo 2011). *Phone farm(ing)* de Gábor Lászlo Nándoki es va proposar reduir l’efecte negatiu que tenen els telèfons en la interacció social aprofitant la informació de sensors i la capacitat del processador que no s’utilitzen (vegeu les figures 8 i 9). Actualment els telèfons ja tenen una capacitat equivalent al 25% de la capacitat mitjana d’un ordinador. Aquesta ingent capacitat de processament ofereix l’oportunitat de crear una xarxa de processament col·laboratiu. Tot i que aquests dispositius “hipercapacitats” estan dissenyats per captar la nostra atenció, nosaltres podem donar-los un propòsit més contribuïtu que ens permeti construir una economia col·lectiva col·laborativa en temps real i accedir de manera democratitzada a una potència de “supercomputació”. El Phone Farm era un armari amb compartiments per a cada telèfon. Cada compartiment estava equipat amb una opció de càrrega i es podia tancar amb clau per guardar els telèfons de manera segura. L’armari era escalable, de manera que es podia adaptar a diferents objectius i emplaçaments i es podia aplicar a tota mena d’entorns d’interacció públics o semipúblics. *Jaktolab* d’Aleksandra Łukaszewska, vol pal·liar el buit exsitent entre les eines actuals i les habilitats del futur. Quan s’inclou el biodisseny en l’educació infantil, s’hi poden introduir possibilitats de diferents àmbits no per a l’aprenentatge de ciència o de biologia, sinó per demostrar que la biologia i el disseny combinats poden crear noves oportunitats.

T. DIEZ / O. TOMICO / M. QUINTERO

MARIANA QUINTERO IAAC

Marina Quintero és desenvolupadora multimèdia, dissenyadora d’interaccions i investigadora. Treballa i desenvolupa la seva activitat en la intersecció entre les tecnologies de fabricació digital, la informació i els coneixements digitals, i l’ètica i l’estètica computacionals. Ha col·laborat amb projectes que investiguen l’auge de la tercera revolució digital i com les tecnologies i la informació digitals tradueixen, representen i mitjancen el coneixement del món. En els últims tres anys, des de Barcelona, ha participat en la investigació de projectes de l’IAAC Fab Lab Barcelona i ha estat preparant plans d’estudi de l’àmbit digital.



Actualment la necessitat està reduint la distància entre disciplines, de manera que augmentar les seves habilitats pot donar-los les eines que necessiten per aprendre. Aquest kit es va crear perquè els nens aprenguessin per experiència directa, experimentant amb el biodisseny de manera lúdica (vegeu les figures 10 i 11).

CONCLUSIONS: TRANSFERIR L’EXPERIÈNCIA D’APRENENTATGE AMB UN KIT
Després d’observar com s’utilitzava l’Atles en el màster i tenint en compte com es podria utilitzar fora de la classe en activitats més breus, es va repetir la metodologia augmentant les seves variables combinatòries per aconseguir més nivells de resultats possibles. El resultat va ser un kit físic a punt per utilitzar que permet començar a dissenyar els futurs emergents que ja tenim ara, que era prou flexible per utilitzar-se només com a eina de conceptualització per a una sessió de tres hores (vegeu la Figura 12) o com a suport d’un procés de disseny a curt o llarg termini. El kit està format per quatre capes primàries d’elements que es poden combinar en l’espai de disseny (quatre baralles de cartes). La Baralla 1 (vegeu la Figura 13) és el mateix Atles de senyals dèbils, format pels 25 senyals dèbils que es mostren a la Taula 1. La Baralla 2 (vegeu la Figura 14) conté àrees d’oportunitat. Aquest grup de paraules clau descriu les àrees estratègiques d’investigació que Fab Lab Barcelona (Diez et al. 2019) ha identificat com a principals àrees d’innovació que ofereixen o condicionen les noves oportunitats d’investigació de pràcticament tots els sistemes sociotècnics i tots els sectors industrials actuals. Aquestes, juxtaposades i associades a qualsevol dels 25 senyals dèbils, ofereixen immediatament noves possibles àrees d’investigació i intervenció. La Baralla 3 (vegeu la Figura 15) està formada per cartes comodí i cartes d’acció. Aquestes cartes ajuden els participants a tenir en compte esdeveniments aleatoris que poden afectar el seu procés de disseny, integrant a la metodologia el fet i la idea que sempre hi haurà factors que no podem controlar. Aquesta baralla ofereix una mostra aleatòria només com a exemple, però les cartes es poden personalitzar segons les especificitats de cada projecte a mesura que surten les cartes comodí de cada estudiant al llarg del procés. La Baralla 4 (vegeu la Figura 16) presenta desafiaments. Aquesta baralla està formada per cinc cartes que descriuen desafiaments concrets d’innovació: Institució, Servei, Paper professional, Política i Producte. Qualsevol d’aquests desafiaments, combinat amb els senyals dèbils i les àrees estratègiques d’innovació, completa el triangle necessari per detectar possibles futurs emergents. Esperem les pròximes iteracions d’aquest corpus de treball i la seva persistència com a disseny d’eina de futurs emergents no només per a impulsors de canvis futurs sinó per a tothom que vulgui participar en el procés.

TEMES DE DISSENY #36

CÀPSULA IL·LUSTRADA

84

85

<p>AGRAÏMENTS</p>
<p>Jose Luis de Vicente, Lucas Peña, Ramon Sangüesa, Chiara Dall'Olio, Space10, Oliver Juggins, Aleksandra Łukaszewska, Emily Whyman, Jessica Guy, Nicolás Viollier, Gábor Lászlo Mándoki, Saira Raza, Silvia Ferrari i Barbara Drozdek.</p>
<p>FIGURES I TAULES</p>
<p>REFERÈNCIES</p>
<p>NOTES FINALS</p>

Fig. 1. Fotos que mostren escenes del laboratori del màster, que van des dels experiments de biologia fins al desenvolupament de mostres de materials, la fabricació digital i la construcció d'instal·lacions interactives.

Fig. 2. Instantània d'una visualització dinàmica de l'Atlas de 25 senyals dèbils i els termes clau relacionats². Construït a partir d'un corpus d'investigació acadèmica, raspat de dades i mapa de paraules clau amb aprenentatge automàtic, els 25 senyals dèbils i diversos termes clau estan associats a cada senyal dèbil.

Fig. 3: Visualització dinàmica d'un exercici de classe² en què es marquen les oportunitats d'intervenció (en blau clau) i les paraules clau triades pels estudiants (en blau fosc) en la intersecció dels cinc grans grups de senyals dèbils (en gris clar) i els seus senyals dèbils associats (gris fosc).

Fig. 4. Exercici de classe³ que visualitza dinàmicament quatre projectes d'estudiants (*Making from Noise* de Saira Raza, *Doctors of the Future* de Silvia Ferrari, *Sensing the Transparent City* de Jessica Guy i *Embodied Knowledge* in Digital de Barbara Drozdek) i les seves possibles intervencions (en groc) relacionades amb els 25 senyals dèbils i els cinc grans grups de senyals dèbils (xarxes de colour blau, vermell, morat, verd i fúcsia). Les paraules clau associades obtingudes amb una pluja d'idees es van afegir en gris.

Fig. 5. Visualització dinàmica de l'estudiant Saira Raza⁴ que il·lustra els senyals dèbils que va triar (en gris), les paraules clau associades que descriuen les intervencions del seu projecte durant l'any (en morat) i altres possibles paraules clau d'investigació i oportunitats d'intervenció (en blau).

Fig. 6. *The Puerta Project*, coneixement d'aprenentatge automàtic per a nens i professors. Senyals dèbils: col·laboracions creatives home-màquina, nous llocs de treball, combatre la tendència de la IA, tecnologia per a la igualtat, combatre els conflictes de l'antropocè.

Fig. 7. Representació visual de l'espai de disseny d'Oliver Juggins, que inclou senyals dèbils com ara col·laboracions creatives home-màquina, nous llocs de treball, combatre la tendència de la IA, tecnologia per a la igualtat, combatre els conflictes de l'antropocè i paraules clau relacionades.

Fig. 8. *Phone Farm(ing)*, intervenció per distribuir recursos no utilitzats i mantenir la interacció social. Senyals dèbils: protecció d'atenció, economia circular de dades, tecnologia per a la igualtat, llargterminisme, col·laboracions creatives home-màquina.

Fig. 9. Exercici de creació del mapa de paraules clau de Gábor Lászlo Nándoki que forma part de la seva exploració del senyal dèbil de llargterminisme i els seus possibles conceptes relacionats segons els seus interessos.

Fig. 10. *Jaktolab*, kits de coneixements de biodisseny per a nens i professors. Senyals dèbils: llocs de treball futurs, tecnologia per a la igualtat, solidaritat entre espècies, consciència climàtica.

Fig. 11. Visualització que va fer l'estudiant Aleksandra Łukaszewska dels seus sis principals temes dinvestigació (en blau) relacionats amb els senyals dèbils que va triar (en verd) i les paraules clau associades (en gris).

Fig. 12. Imatges del taller sobre l'Atlas de senyals dèbils que es va impartir a les instal·lacions de Space10 el febrer de 2020. S'hi poden veure els participants utilitzant el kit per crear un espai de disseny.

Fig. 13a. Mostra de la baralla de cartes il·lustrada de senyals dèbils.

Fig. 13b. Mostra de la baralla de cartes il·lustrada de senyals dèbils: baralla de cartes d'àrees d'oportunitat.

Fig. 13c. Mostra de la baralla de cartes il·lustrada de senyals dèbils: baralla de cartes d comodí o de cartes d'acció.

Fig. 13d. Mostra de la baralla de cartes il·lustrada de senyals dèbils: baralla de cartes d'àrees de desafiament.

Taula 1. Agrupació de 25 senyals dèbils en cinc blocs:

Capitalisme de vigilància: protecció d'atenció, desmuntar les bombolles de filtre, economia circular de dades, les guerres de la veritat, redissenyar el que és social.

Antropocè: consciència climàtica, solidaritat entre espècies, llargterminisme, viure sense emetre carboni, combatre els conflictes de l'antropocè.

El futur del treball: tecnologia per a la igualtat, nous llocs de treball, combatre la tendència de la IA, renda bàsica universal, col·laboracions creatives home-màquina.

Després de l'estat nació: crear la governació mundial, futurs rurals, tria el teu passaport, tecnologia refugiada, estat del benestar 2.0.

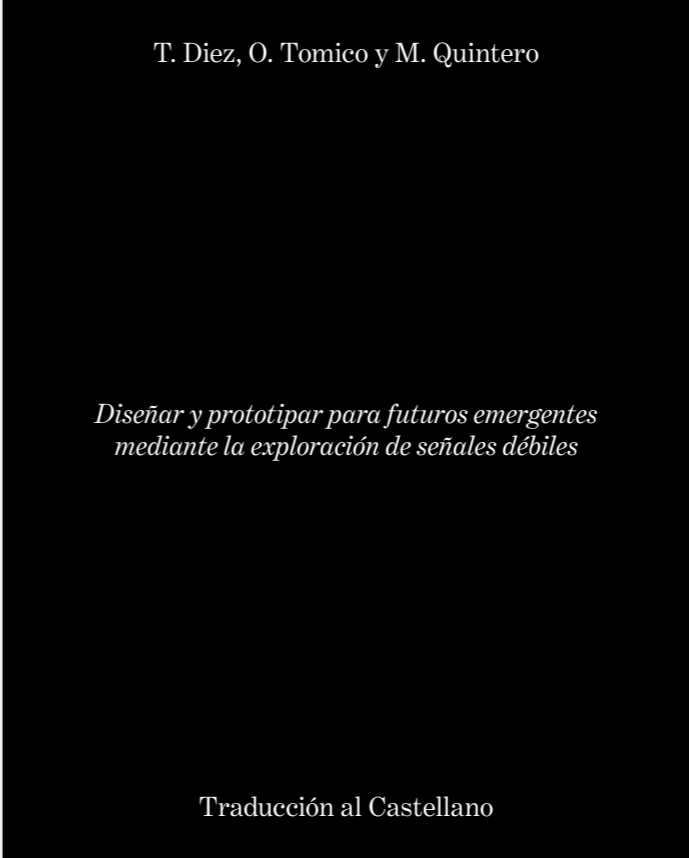
Explorar la identitat: innovació no heteropatrialcal, futurs no centrats en occident, reconfigurar el teu cos, fluïdesa de gènere, interrompre la discriminació per edat.

modificada per última vegada el 23 de juny de 2019.

https://embed.kumu.io/7932579a85ffb4c1591ea999b80cbd85#a-ows-incl-materials-group/conn-ckpr0u4c

4. Weak signals feeding into my intervention structure. Visualització dinàmica a *Kumu*, realitzada per Saira Raza, modificada per última vegada el 23 de juny de 2019. https://embed.kumu.io/410e6a9bd835cb698cf8ad29fbd-be485#weak-signals/stakeholder

<p>REFERÈNCIES</p>
<p>Veure llistat complet de referències a la pàgina 83.</p>



INTRODUCCIÓN

En la actualidad la biosfera, los mercados financieros, las estructuras familiares y los modelos de negocio de desarrollo de productos –sin olvidar a la sociedad en general– se enfrentan a uno de los periodos de transición más importantes de la historia de la humanidad. La revolución industrial y sus adelantos exponenciales en ciencia, tecnología y paradigmas de producción han aportado innumrables beneficios a la sociedad pero también han traído consigo un sinfn de problemas complejos e interconectados (Srnicek y Williams 2016) que nos obligan a redefinir el papel del diseño y la tecnología en la sociedad (Serra del Pino 2016).

Nos encontramos en un periodo de transición y convergencia en el que el cambio climático, el recorte de derechos sociales y la centralización de la riqueza y el poder han coincidido con tecnologías y paradigmas de producción emergentes (Diez 2012). Todo ello abre infinitas oportunidades para recalibrar los efectos negativos de la actividad humana en el planeta (Bardzell, Bardzell y Stolterman 2014). Las nuevas formas de inteligencia sintética, la fabricación avanzada, las nuevas ciencias de los materiales y los sistemas globales conectados, entre otros, nos impulsan a crear soluciones diferentes de las que ya conocemos, nos plantean el desafío de diseñar futuros posibles para la vida en este planeta (Ramos, Bauwens y Kostakis 2016), humana y no humana (Wakkary et al. 2016), y de crear futuros emergentes viables e ilusionantes para que la humanidad prospere, y no solo sobreviva (Latour y Porter 2018).

DISEÑO PARA FUTUROS EMERGENTES

El diseño nos puede dar el poder de modelar el entorno y la imaginación para crear una realidad futura deseable (Dunne y Raby 2013; Schultz 2015; Blythe 2014). Sin embargo, actualmente los diseñadores deben hacer frente a un desafío: cómo seguir estrategias no lineales en un mundo complejo y caótico. Diseñar para futuros emergentes significa desobjetivar y descolonizar el diseño para centrarse en diseñar intervenciones en el presente desde una perspectiva en primera persona (Tomico, Winthagen y Heist 2012) y crear nuevas narrativas sobre futuros posibles y deseables que no podemos prever pero con los que podemos jugar personalmente y de los que podemos aprender (Sondergaard y Koefoed 2018).

Para ilustrar este planteamiento, presentamos y analizamos una serie de proyectos que surgieron durante el máster en Diseño para Futuros Emergentes (Diez y Tomico 2020). A través del diseño crítico y especulativo y de la exploración tecnológica, los estudiantes amplían el abanico de sus intereses y adquieren la habilidad de transformar las protestas en prototipos (Malpass 2019) y las ideas en acciones, y aprovechando el potencial de la fabricación digital, la inteligencia artificial, la biología sintética y el *blockchain*, pueden redimensionar el impacto de sus acciones para responder a los desafíos sistémicos de los paradigmas socioeconómicos con los que nos encontramos (Hand et al. 2010). El curso se centra en el diseño de intervenciones personales en el mundo real (Desjardins y Wakkary 2016) en forma de productos, plataformas y otros desarrollos basados en las actuales señales débiles para explorar nuevos futuros emergentes.

ENCONTRAR OPORTUNIDADES DE DISEÑO CON UN ATLAS DE SEÑALES DÉBILES
Los estudiantes del curso provienen de ámbitos tan diferentes como las ciencias políticas o la ecología, ya que en el mundo actual el diseño puede intervenir en cualquier gran crisis. Pero ¿cómo se empieza un proceso de este tipo si un estudiante o un participante no ha diseñado para aquel ámbito en particular o ni siquiera ha participado jamás en un

PALABRAS CLAVE
Futuros Emergentes, Señales Débiles, Diseño de Intervenciones, Creación de Futuros, Especulación Material, Perspectiva en Primera Persona.

RESUMEN

La tecnología y el diseño han sido fundamentales para lograr grandes avances para la humanidad, pero también han provocado desequilibrios que afectan a nuestra manera de vivir y trabajar. Además, también han contribuido a utilizar los recursos del planeta para llenar nuestras casas de objetos y dispositivos innecesarios. Tenemos que desobjetizar y descolonizar la manera que tenemos de diseñar la tecnología para encaminarnos hacia futuros más inclusivos y diversos. Una manera de hacerlo es reconocer nuestras limitaciones y experimentar con ellas de una manera productiva y que fomente una convivencia más pacífica entre los sistemas vivos.

Esta investigación explora el concepto y la práctica de identificar dichas limitaciones mediante el Atlas de señales débiles. El Atlas es una herramienta para hacer frente a desafíos futuros creando oportunidades de intervenciones de diseño que eliminen los inquietantes problemas de nuestro tiempo. Para ilustrar este planteamiento, presentamos y analizamos una serie de proyectos que se desarrollaron durante un curso de máster. Nos centramos en cómo surgió el Atlas de las Señales Débiles: los estudiantes y los profesores lo crearon como metodología para comprender mejor el contexto presente del mundo en el que vivimos, con respecto a la visión del mundo desde el que diseñamos. Se genera un mapa de los proyectos en el que se indican las tendencias de los contextos local y global, y las interconexiones entre dichas tendencias como generadores de oportunidades de diseño de intervenciones.

Como conclusión, presentamos lo aprendido en forma de herramienta, o kit, para que otros profesionales, investigadores, profesores y estudiantes puedan generar sus propios métodos y nuevas herramientas.

proceso de diseño?

El Atlas de señales débiles es una estructura visible que permite que los estudiantes se sitúen y empiecen a identificar oportunidades. Ofrece palabras clave para la investigación y la experimentación y les reserva un espacio de diseño inicial para dar confianza y una dirección por la que empezar (Tomico y Garcia 2011). Pero ¿qué es una señal dèbil? Es un claro indicador de cambio que tiene un impacto limitado o nulo en la actualidad pero que tiene el potencial de provocar un gran cambio y dar lugar a acontecimientos relevantes en el futuro (Hiltunen 2006). Se puede definir como una tendencia antes de una tendencia, una controversia sobre un tema, un inicio intermitente, una suave causalidad entre magnitudes. Es un primer vector de cambios actualmente menores que presagian discontinuidades estratégicas que pueden llevar a identificar eventos de elevado impacto que parecen improbables y pueden ser una abundante fuente de más investigación (Hiltunen 2008). Recopilar y organizar un grupo representativo de señales débiles que puedan describir posibles vectores, discontinuidades y urgencias emergentes puede servir de sistema de clasificación de palabras clave que brinde una base desde la que analizar los sistemas actuales y construir posibles escenarios. Durante el curso 2018-19 se identificaron 25 señales débiles y se agruparon en cinco grupos (véase la Tabla 1). Estas 25 señales débiles reflejan las tendencias actuales o los temas emergentes que ha detectado el foco del curso. Fue un esfuerzo conjunto del equipo del curso y de un analista y comisario cultural, pero puede crecer en función de la evolución del curso o puede cambiar para ajustarse a los intereses del grupo que quiera aplicar la metodología.

Tras un planteamiento inicial y un análisis general de las señales por parte de los estudiantes o los participantes, cada señal se puede descomponer en palabras clave relacionadas que ahonden en sus principales aspectos. Esto se puede hacer con una lluvia de ideas relacionales o con un mapa de palabras clave utilizando el aprendizaje automático, como hicimos en el curso. Lo hicimos en colaboración con tecnólogos creativos y expertos en aprendizaje automático gracias a un proceso llamado raspado de datos utilizando la librería de Beautiful Soup y el entorno de programación colaborativo de Google. Este paquete para el lenguaje de programación Python rastrea la web en busca de palabras clave relacionadas con las palabras de referencia. Algunas palabras clave podrían repetirse o relacionarse entre varias categorías, creando así intersecciones intermedias que valdría la pena explorar. En una representación digital del Atlas, estas palabras clave también pueden actuar a modo de *hashtag* o etiqueta de metadatos, lo que permite que el sistema coloque los proyectos bajo determinados grupos o señales, como por ejemplo las conexiones entre distintos proyectos (problemas y soluciones), y que comprenda mejor las correlaciones entre futuros escenarios. La Figura 2 muestra el Atlas de señales débiles con distintos niveles de detalle, tal como lo estudiaron, lo comprendieron y lo aplicaron los estudiantes de 2018-19. Es una compleja trama de intereses y oportunidades sobre la cual y dentro de la cual los estudiantes finalizaron sus proyectos de máster individualmente y se posicionaron como diseñadores de futuros emergentes colectivamente.

CONSTRUIR UN ESPACIO DE DISEÑO

El Atlas de señales débiles, pues, sirve como metodología orientadora para ayudar a estudiantes o participantes, o a profesionales de varios ámbitos, a encontrar rápidamente oportunidades de diseño latentes en los contextos emergentes actuales. Ello se logra con una estrategia combinatoria que permite un gran número de configuraciones que

TOMAS DIEZ IAAC

Tomas Diez es un urbanista venezolano especializado en Fabricación Digital y sus implicaciones para el futuro de las ciudades. Es el director de Fab Lab Barcelona, que forma parte del Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña, coordinador global de Fab Academy, gestor de proyectos europeos de la Fab Foundation e íntimo colaborador del desarrollo de la Fab Lab Network. Es docente de Diseño en el Royal College of Arts de Londres, cofundador del proyecto Smart Citizen y de StudioP52 (ambos en Barcelona) y ha copresidido FAB10 Barcelona. *The Guardian* y Nesta consideraron a Tomás uno de los 10 innovadores sociales digitales más prominentes de 2013 y el ICT de Cataluña lo nombró emprendedor del año en 2014-15. Sus investigaciones se centran en el uso de herramientas de fabricación digital para transformar la realidad y en cómo el uso de las nuevas tecnologías puede cambiar el modo en el que consumismos, producimos y nos relacionamos en las ciudades.

OSCAR TOMICO Elisava Escuela Universitaria de Diseño e Ingeniería de Barcelona

Oscar Tomico se formó como ingeniero industrial y se especializó en procesos de innovación en la ingeniería de diseño. Actualmente dirige el grado de Ingeniería de Diseño Industrial de ELISAVA, codirige el máster en Diseño para Futuros Emergentes en colaboración con el Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña, y es profesor adjunto del grupo Future Everyday del departamento de Diseño Industrial de la Universidad Tecnológica de Eindhoven. Su investigación gira en torno al diseño, el desarrollo, la producción y la implementación de soft wearables. Ha participado en múltiples proyectos de investigación como el Fibrous Smart Material Topologies (3TU.Bouw 2016), ArcInTexETN (H2020 2015), From Design Fiction to Material Science (KIEM 2015), Crafting Wearables (CLICKNL 2013) y Smart Textile Services (CRISP 2011), por citar algunos. Sus actividades de comunicación y difusión incluyen la coorganización de actos como el debate Smart services, smart production, smart textiles celebrado en el Disseny Hub (Barcelona, España, 2016) y la sesión inaugural de Crafting Wereables de The fututure of Fashion is Innovation (MoBA, Arnhem 2013). Tomico ha comisariado

son suficientemente flexibles para que cada persona pueda ver sus intereses, su historia y sus motivaciones reflejados en él. Al mismo tiempo, es suficientemente nuevo como para que las oportunidades emergentes que se habían pasado por alto a los participantes, o incluso a nivel de sistemas e industrias, puedan emerger por la yuxtaposición y la interconexión de dichos conceptos y palabras clave (véase la Figura 3). Esta estrategia combinatoria ha demostrado una gran riqueza de resultados, tal como demuestra la diversidad de los proyectos que se presentan más adelante, y también se ha extendido hasta llegar a su estado actual de desarrollo. La primera vez que se aplicó, en el curso académico 2018-2019, los estudiantes solo tenían que elegir y combinar las señales débiles que reflejaban su formación, sus intereses y los nuevos temas que querían investigar, y entonces recibían el primer mapa inicial para empezar su actividad. El mapa, que iba creciendo a medida que avanzaban en el proceso, les daba una herramienta para visualizar en todo momento el estado de su investigación (véase la Figura 4 como uno de los primeros ejemplos realizados con un grupo de cuatro estudiantes).

FUSIÓN DE SEÑALES DÉBILES EN ÁREAS DE INTERÉS E INTERVENCIONES

Las áreas de intervención e interés de los proyectos de los estudiantes se encuentran en las intersecciones dinámicas del Atlas de señales débiles, donde se fusionan señales débiles de varios grupos. Se creó un escenario de futuro para cada proyecto detectando “señales débiles” que fijaban tendencias y apuntaban a una determinada dirección (véase la Figura 5 como ejemplo). Basándose en el análisis de los principales factores de cambio, los estudiantes pudieron detectar dichas señales en el presente y crear intervenciones de diseño para experimentar con nuevas narrativas alternativas sobre futuros posibles o deseables con un nivel de detalle que no se podía lograr sin estar en contexto (Mackey *et al.* 2017). *The Puerta Project*, *Phone farm*(*ing*) y *Jaktolab* son tres de los proyectos de los estudiantes. En los párrafos siguientes se describe cada uno de los proyectos y se relacionan con las señales débiles que los definieron.

El objetivo de *The Puerta Project* (véanse las Figuras 6 y 7) de Oliver Juggins era ofrecer maneras alternativas de conocer la IA, centrándose en los principios básicos que no requieren experiencia de programación. El objetivo principal del proyecto consistía en permitir que un público más joven, de entre diez y quince años, conociera la IA y la utilizara para crear. Utilizando Barcelona como banco de pruebas, el proyecto consistió en una serie de talleres de creación de experiencias interactivas y lúdicas que utilizaron hardware y software de código abierto en su desarrollo y ejecución. El objetivo último del proyecto era sacar la IA de su “caja negra” para presentarla como una materia que trabaja con conocimientos fundamentales y que tiene importantes implicaciones para la sociedad, y como una tecnología capacitadora y emergente que puede promover positivamente la creatividad y la práctica humanas (Lukens y Disalvo 2011). *Phone farm*(*ing*) de Gábor Lászlo Nándoki se propuso reducir el efecto negativo que tienen los teléfonos en la interacción social aprovechando la información de sensores y la capacidad del procesador que no se utilizan (véanse las Figuras 8 y 9). Actualmente los teléfonos ya tienen una capacidad equivalente al 25% de la capacidad media de un ordenador. Esta ingente capacidad de procesamiento brinda la oportunidad de crear una red de procesamiento colaborativo. Aunque estos dispositivos “hipercapacitados” están diseñados para captar nuestra atención, nosotros podemos darles un propósito más contributivo que nos permita construir una economía colectiva colaborativa en tiempo real y acceder de manera democratizada a una potencia de “supercomputación”. El *Phone Farm* era un armario con compartimentos para cada teléfono. Cada comparti-

exposiciones como “System Design – Eindhoven School” en el Museo del Disseny (Barcelona, España 2012) y “Speculate, collaborate, define – textile thinking for future ways of living” en el Museo Textil (Borås, Suecia 2017).

MARIANA QUINTERO IAAC

Marina Quintero es desarrolladora multimedia, diseñadora de interacciones e investigadora. Trabaja y desarrolla su actividad en la intersección entre las tecnologías de fabricación digital, la información y los conocimientos digitales, y la ética y la estética computacionales. Ha colaborado con proyectos que investigan el auge de la tercera revolución digital y cómo las tecnologías y la información digitales traducen, representan y median el conocimiento del mundo. En los últimos tres años, desde Barcelona, ha participado en la investigación de proyectos del IAAC | Fab Lab Barcelona y ha estado preparando planes de estudio del ámbito digital.

mento estaba equipado con una opción de carga y se podía cerrar con llave para guardar los teléfonos de manera segura. El armario era escalable, de modo que se podía adaptar a distintos objetivos y emplazamientos y se podía aplicar a todo tipo de entornos de interacción públicos o semipúblicos. *Jaktolab* de Aleksandra Lukaszewska, pretende paliar el vacío existente entre las herramientas actuales y las habilidades del futuro. Al incluir el biodiseño en la educación infantil, se pueden introducir posibilidades de distintos ámbitos no para el aprendizaje de ciencia o de biología, sino para demostrar que la biología y el diseño combinados pueden crear nuevas oportunidades. Actualmente la necesidad está reduciendo la distancia entre disciplinas, por lo que aumentar sus habilidades puede darles las herramientas que necesitan para aprender. Este kit se creó para que los niños aprendieran por experiencia directa, experimentando con el biodiseño de manera lúdica (véanse las Figuras 10 y 11).

CONCLUSIONES: TRANSFERIR LA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE CON UN KIT Tras observar cómo se utilizo el Atlas en el máster señalado, y teniendo en cuenta cómo se podría utilizar fuera del entorno de la clase en actividades más breves, se repitió la metodología aumentando sus variables combinatorias para lograr más niveles de resultados posibles. El resultado fue un kit físico listo para usar que permite identificar señales débiles para empezar a diseñar los futuros emergentes que ya tenemos ahora, lo suficientemente flexible para utilizarse como herramienta de conceptualización para una sesión de tres horas (véase la Figura 12) o como soporte de un proceso de diseño de corto a largo plazo. El kit está formado por cuatro capas primarias de elementos que se pueden combinar en el espacio de diseño (cuatro barajas de cartas). La Baraja 1 (véase la Figura 13) es el mismo Atlas de señales débiles, formado por las 25 señales débiles que se muestran en la Tabla 1 anterior. La Baraja 2 (véase la Figura 14) contiene áreas de oportunidad. Este grupo de palabras clave describe las áreas estratégicas de investigación que Fab Lab Barcelona (Diez *et al.* 2019) ha identificado como principales áreas de innovación que ofrecen o condicionan las nuevas oportunidades de investigación de prácticamente todos los sistemas sociotécnicos y todos los sectores industriales actuales. Estas, yuxtapuestas y asociadas a cualquiera de las 25 señales débiles, ofrecen inmediatamente nuevas posibles áreas de investigación e intervención. La Baraja 3 (véase la Figura 15) está formada por cartas comodín y cartas de acción. Estas cartas ayudan a los participantes a tener en cuenta acontecimientos aleatorios que pueden afectar a su proceso de diseño, integrando en la metodología el hecho y la idea de que siempre habrá factores que no podemos controlar. Esta baraja ofrece una muestra aleatoria solo a título de ejemplo, pero las cartas se pueden personalizar según las especificidades de cada proyecto a medida que salen las cartas comodín de cada estudiante a lo largo del proceso. La Baraja 4 (véase la Figura 16) presenta desafíos. Esta baraja está formada por cinco cartas que describen desafíos concretos de innovación: Institución, Servicio, Papel profesional, Política y Producto. Cualquiera de estos desafíos, combinado con las señales débiles y las áreas estratégicas de innovación, completan el triángulo necesario para detectar posibles futuros emergentes. Esperamos que las próximas iteraciones de este corpus de trabajo, y su persistencia como herramienta de diseño para futuros emergentes, no solamente sea útil para impulsores de intervenciones en el presente para estimular cambios futuros, sino también para todo aquel que desee participar en el proceso.

CÁPSULA ILUSTRADA

88

<p>AGRADECIMIENTOS</p> <p>Jose Luis de Vicente, Lucas Peña, Ramon Sangüesa, Chiara Dall’Olio, Space10, Oliver Juggins, Aleksandra Łukaszewska, Emily Whyman, Jessica Guy, Nicolás Viollier, Gábor Lászlo Mándoki, Saira Raza, Silvia Ferrari y Barbara Drozdek.</p>
<p>FIGURAS Y TABLAS</p>
<p>REFERENCIAS</p>

Fig. 1. Fotos que muestran escenas del laboratorio del máster, que van desde los experimentos de biología hasta el desarrollo de muestras de materiales, la fabricación digital y la construcción de instalaciones interactivas.

Fig. 2. Instantánea de una visualización dinámica del atlas de 25 señales débiles y los términos clave relacionados1. Construido a partir de un corpus de investigación académica, raspado de datos y mapa de palabras clave con aprendizaje automático, las 25 señales débiles y varios términos clave están asociados a cada señal débil.

Fig. 3. Visualización dinámica de un ejercicio de clase2 en el que se marcan las oportunidades de intervención (en azul claro) y las palabras clave elegidas por los estudiantes (en azul oscuro) en la intersección de los cinco grandes grupos de señales débiles (en gris claro) y sus señales débiles asociadas (gris oscuro).

Fig. 4. Ejercicio de clase³ que visualiza dinámicamente cuatro proyectos de estudiantes (*Making from Noise* de Saira Raza, *Doctors of the Future* de Silvia Ferrari, *Sensing the Transparent City* de Jessica Guy y *Embodied Knowledge in Digital* de Barbara Drozdek) y sus posibles intervenciones (en amarillo) relacionadas con las 25 señales débiles y los cinco grandes grupos de señales débiles (redes azul, rojo, morado, verde y fucsia). Las palabras clave asociadas obtenidas con una lluvia de ideas se añadieron en gris.

Fig. 5. Visualización dinámica de la estudiante Saira Raza⁴ que ilustra las señales débiles que eligió (en gris), las palabras clave asociadas que describen las intervenciones de su proyecto durante el año (en morado) y otras posibles palabras clave de investigación y oportunidades de intervención (en azul).

Fig. 6. *The Puerta Project*, conocimientos de aprendizaje automático para niños y profesores. Señales débiles: colaboraciones creativas hombre-máquina, nuevos empleos, combatir la tendencia de la IA, tecnología para la igualdad, combatir los conflictos del Antropoceno.

Fig. 7. Representación visual del espacio de diseño de Oliver Juggins, que incluye señales débiles como colaboraciones creativas hombre-máquina, nuevos empleos, combatir la tendencia de la IA, tecnología para la igualdad, combatir los conflictos del Antropoceno y palabras clave relacionadas.

Fig. 8. *Phone Farm*(*ing*), intervención para distribuir recursos no utilizados y mantener la interacción social. Señales débiles: protección de atención, economía circular de datos, tecnología para la igualdad, largoplacismo, colaboraciones creativas hombre-máquina.

Fig. 9. Ejercicio de creación del mapa de palabras clave de Gábor Lászlo Nándoki que formaba parte de su exploración de la señal débil de largoplacismo y sus posibles conceptos relacionados en función de sus intereses.

Fig. 10. *Jaktolab*, kits de conocimientos de biodiseño para niños y profesores. Señales débiles: empleos futuros, tecnología para la igualdad, solidaridad entre especies, conciencia climática.

Fig. 11. Visualización que hizo la estudiante Aleksandra Łukaszewska de sus seis principales temas de investigación (en azul) relacionados con las señales débiles que eligió (en verde) y las palabras clave asociadas (en gris).

Fig. 12. Imágenes del taller sobre el Atlas de señales débiles que se impartió en las instalaciones de Space10 en febrero de 2020. Se puede ver a los participantes utilizando el kit para crear sus espacios de diseño.

Fig. 13a. Muestra de la baraja de cartas ilustrada de señales débiles.

Fig. 13b. Muestra de la baraja de cartas ilustrada de señales débiles: baraja de cartas de áreas de oportunidad.

Fig. 13c. Muestra de la baraja de cartas ilustrada de señales débiles: baraja de cartas comodín o de cartas de acción.

Fig. 13d. Muestra de la baraja de cartas ilustrada de señales débiles: baraja de cartas de desafío.

Tabla 1. Agrupación de 25 señales débiles en cinco bloques:

Capitalismo de vigilancia: protección de atención, desmontar las burbujas de filtro, economía circular de datos, las guerras de la verdad, rediseñar lo social.

Antropoceno: conciencia climática, solidaridad entre especies, largoplacismo, vivir sin emitir carbono, combatir los conflictos del antropoceno.

El futuro del trabajo: tecnología para la igualdad, nuevos empleos, combatir la tendencia de la IA, renta básica universal, colaboraciones creativas hombre-máquina.

Después del Estado nación: crear la gobernanza mundial, futuros rurales, elije tu pasaporte, tecnología refugiada, estado del bienestar 2.0.

Explorar la identidad: innovación no heteropatriarcal, futuros no centrados en occidente, reconfigura tu cuerpo, fluidez de género, interrumpir la discriminación por edad.

<p>NOTAS FINALES</p>
<p>1. “The Atlas of Weak Signals”, por Lucas Lorenzo Peña y José Luís de Vicente, modificado por última vez el 23 de Junio de 2019. https://fablabbcn.github.io/The-Atlas-of-Weak-Signals/.</p>
<p>2. Bio “Matter” influencer. Visualización dinámica en Kumu, por Emily Whyman, Barbara Drozdek y Nicolás Viollier, modificada por última vez el 23 de Junio de 2019. https://embed.kumu.io/fd8beff7b58e855f7d6c3c7e-</p>

T. DIEZ / O. TOMICO / M. QUINTERO

653b2537#aows

3. MDEF 2019 Project mapping against week signals. Visualización dinámica en Kumu, por Saira Raza, Silvia Ferrari, Jessica Guy y Barbara Drozdek, modificada por última vez el 23 de Junio de 2019. https://embed.kumu.io/7932579a-85ffb4c1591ea999b80cbd85#aows-incl-materials-group/conn-ckpr0u4c

4. Weak signals feeding into my intervention structure. Visualización dinámica en Kumu, por Saira Raza, modificada por última vez el 23 de Junio de 2019. https://embed.kumu.io/410e6a9bd835cb698cf8ad29fbdbe485#weak-signals/stakeholder

<p>REFERENCIAS</p>
<p>Ver listado completo de referencias en la página 83.</p>

89