

DAVID CUARTIELLES PLATFORM DESIGN

Creating Meaningful Toolboxes When People Meet



EDICIÓN EN
ESPAÑOL
QUINTO
ANIVERSARIO



Introducción a la versión en español

Esta traducción incluye todos los capítulos de la obra "Platform Design" compartidos a través del repositorio de Github de la misma , pero no constituyen la obra completa.

Tal y como se puede leer en el fichero README.md del repositorio original, estos capítulos corresponden a una versión de pre-impresión y no incluyen índice actualizado, sección de agradecimientos, imágenes e incluso alguna errata en las referencias, aunque no se hace explícito a que referencia se refiere, por lo que no se ha podido corregir.

El texto original de la tesis incluye en los anexos las obras incluidas en la compilación, que suman más de 300 páginas adicionales. De las 517 páginas que componen la tesis, la traducción en español sólo cubre el texto principal, que supone unas 200 páginas aproximadamente. Recomendamos encarecidamente consultar el texto completo con ilustraciones y anexos en el PDF incluido en el repositorio original

Proceso de traducción

La traducción de esta obra partió de los esfuerzos previos de otros traductores, que comenzaron con la introducción y el primer capítulo. Una vez se observó el ritmo de progreso y el tiempo disponible para la misma, se optó por utilizar un servicio de traducción online (Deepl) para generar una versión inicial completa.

Dicha traducción ha sido revisada manualmente para revisar todos los términos técnicos, mantener la coherencia entre los distintos capítulos, preservar el formato de la obra y garantizar que el resultado final es legible en castellano. La obra original emplea un lenguaje académico bastante denso, cuyo estilo se ha intentado preservar tras la traducción, aunque determinadas oraciones resultantes tengan una longitud y complejidad elevada.

En el caso de las traducciones previas, se han revisado también, eliminándose referencias que no existían en la obra original y armonizando los términos con los empleados en el resto de la obra.

El texto original en inglés en formato markdown estaba ajustado a un ancho de columna fijo, de cara a la maquetación final. Esto hizo que el servicio de traducción creara en ocasiones fragmentos duplicados, al encontrarse con frases separadas de forma arbitraria. Se ha intentado eliminar dichos duplicados durante el proceso de revisión, pero es posible que perduren algunos elementos. Dada la naturaleza abierta del proyecto, se anima al lector a remitir sus correciones a través de Github, enviando los propios cambios a los textos o avisando a través del sistema de Issues.

Adenda técnica

La versión en PDF de la obra en español se ha generado utilizando los siguientes comandos:

```
pandoc Notas_a_la_traducción.md -s -o notas.pdf --pdf-engine=xelatex pandoc v0002-ch00.md -s -o v0002-ch00.pdf --pdf-engine=xelatex pandoc v0002-ch01.md -s -o v0002-ch01.pdf --pdf-engine=xelatex pandoc v0002-ch02.md -s -o v0002-ch02.pdf --pdf-engine=xelatex pandoc v0002-ch03.md -s -o v0002-ch03.pdf --pdf-engine=xelatex pandoc v0002-ch04.md -s -o v0002-ch04.pdf --pdf-engine=xelatex pandoc v0002-ch05.md -s -o v0002-ch05.pdf --pdf-engine=xelatex pandoc v0002-ch05.md -s -o v0002-ch05.pdf --pdf-engine=xelatex pandoc v0002-ch06.md -s -o v0002-ch06.pdf --pdf-engine=xelatex convert diy_cover.png diy_cover.pdf pdfunite diy_cover.png diy_cover.pdf v0002-ch00.pdf v0002-ch01.pdf \ v0002-ch02.pdf v0002-ch03.pdf v0002-ch04.pdf v0002-ch05.pdf \ v0002-ch06.pdf 202310_Cuartielles_Tesis_Diseño_de_Plataformas_web.pdf
```

Para replicar estos comandos es necesario disponer de las pandoc, ImageMagick y poppler (que ofrece pdfunite).

Colofón

Esta traducción original se ha completado a día 18 de Octubre de 2023 a las 13:30, en el quinto aniversario de la defensa de la tésis en la Universidad de Malmö

Traductor: César García Sáez

Resumen

Diseño de Plataformas es un estudio de los diferentes puntos de vista sobre la creación de sistemas digitales y cómo convergen en plataformas diseñadas, construidas y administradas por comunidades. Como construcciones sociotécnicas en las que surgen características a través de la interacción de diferentes grupos de interesados, las plataformas se entienden como medios y como resultados - las "cosas" u objetos frontera en un proceso de diseño - generando los entornos donde puedan formarse las comunidades de práctica.

Utilizando dos líneas de tiempo fuertemente entretejidas en educación e investigación (tanto en el mundo académico como en el industrial), la tesis cambia el centro de equilibrio en actores-red al recalibrar iterativamente desde un análisis de determinismo tecnológico a uno de desarrollo comunitario. Los antecedentes teóricos en los campos de la cibernética, la teoría crítica, el diseño y la sociología de la tecnología enmarcan el trabajo empírico, que consiste en publicaciones académicas, informes de diseño y la documentación disponible públicamente de proyectos realizados. En el espacio entre la teoría y la práctica, se desarrollan herramientas metodológicas, a posteriori, se revisan las experiencias reunidas durante una década basándose en una serie de conceptos funcionales, la tesis propone un entorno de trabajo alternativo de co-diseño, denominado prototipado múltiple inclusivo. Con el objetivo de aumentar las nuevas sensibilidades que son pertinentes para el proceso de diseño de plataformas, este entorno de trabajo aborda la complejidad inherente de actores-red y comunidades hombremáquina.

En términos prácticos, la tesis describe una serie de proyectos, algunos de los cuales pueden considerarse plataformas, mientras que otros se clasificarían mejor como herramientas, entornos de desarrollo, kits o infraestructuras. Estos incluyen la creación conjunta de la comunidad Arduino, la reconversión de los electrodomésticos para su conexión a la nube, el diseño de una plataforma de creación de prototipos modular que incluye programación y electrónica, el despliegue de un sistema de ubicación en interiores, la creación de kits educativos para maestros de educación secundaria y la invención de nuevas interfaces con interacción háptica. Algunos de los proyectos requirieron la participación a largo plazo del investigador en restringidas comunidades de práctica; otras fueron intervenciones temporales, pero llegando a miles de usuarios. La tésis, práctica e interdisciplinar, contribuye al campo del diseño de la interacción al incorporar elementos de un sistema sociotécnico, al mismo tiempo que problematiza nociones como democracia y gobernanza, distribución abierta de herramientas y resultados, modularidad, generalización y transferibilidad - estos tres últimos conceptos alimentan aún más los temas de investigación. La investigación muestra que estas son propiedades que permiten la creación de plataformas, aunque la pregunta sigue siendo si existe, como tal, una plataforma estandarizada. Si bien esta tesis aborda el potencial de la vanguardia de las plataformas tecnológicas, también apunta al hecho de que hay trabajo por hacer, social, ética y políticamente, al considerar el aumento generalizado de plataformas para uso

diario y los agentes de inteligencia artificial.

1 Introducción

A principios de este siglo, la miniaturización de la tecnología permitió incrustar artefactos digitales casi en cualquier cosa. Ordenadores de un centímetro de tamaño que pueden capturar y transmitir datos a otras unidades de computación para su posterior procesamiento, pero también con capacidad para afectar al mundo físico ofreciendo retroalimentación, aunque sea superficial.

Esta miniaturización de sensores, actuadores y comunicación de forma simultánea hizo real la visión de la computación pervasiva y ubicua (Weiser 1991; Mattern 2005), dos paradigmas que conceptualizaron la tecnología como algo integrado en el entorno y encarnado en los humanos. Con la llegada de otras tecnologías como la identificación por radio frecuencia (RFID) (Havles 2009) o los cripto-chips (Hafner et al. 1991), los objetos cotidianos del día a día, podrían ser asignados números únicos de identificación para digitalizar, monitorizar y procesar sus interacciones individuales. La convergencia de la identificación, detección/actuación y de las tecnologías de la comunicación en las cosas produjo el paradigma de la computación de Internet de las Cosas (Internet of Things, abreviado como IoT) (Greengard 2015). Esta nueva comprensión del mundo (digital) estableció una situación en la que los objetos, siempre activos y siempre conectados, ofrecen canales de información sin fin (denominados en ocasiones como big data) a máquinas computacionales que buscarán patrones y eventos (Brody & Pureswaran 2014). Los flujos de información ocurren a un ritmo tal que nunca será posible para los humanos competir con las máquinas en el procesado y, dadas las nuevas técnicas como aprendizaje automático (machine learning o ML) o el aprendizaje profundo (deep learning o DL), ni tan siquiera en el análisis de datos (Rouvroy 2013; Boden 2017).

Esto plantea interrogantes sobre el rol de los humanos en estos sistemas, sistemas donde las máquinas son las responsables de determinar qué información necesita ser extraída y los eventos que ocurren en los flujos de datos. Así mismo, si todo puede ser digitalizado, incluyendo la interacción humana, ¿cuál es el mecanismo para que se produzcan estas interacciones? Las plataformas digitales, tal y como explicaremos a continuación, son sistemas indiferenciados donde los humanos y no humanos participan en relaciones (Gillespie 2010; Helmond 2015). El intercambio de información entre las partes es afectada a través de dispositivos omnipresentes que transmiten datos - a veces con consentimiento humano, otras veces no - hacia espacios enormes de computación, procesado de datos y almacenamiento, que denominamos plataformas, una definición que pondremos en tela de juicio en esta tesis. Cada vez, más partes de nuestra nueva realidad se construyen en (y a través de) plataformas de varios tipos (Helmond 2015). Por este motivo, este tipo de sistemas, su creación y la implicación de participantes humanos y máquinas en este proceso se han convertido en un campo de estudio relevante (Plantin et al. 2016). Esta tesis se centra en las relaciones humanas en la co-creación de plataformas, pero también en la identificación de una serie de características que podrían ser asignadas a las plataformas a medida que evolucionan desde un concepto a una herramienta, y desde allí hacia un objeto

de frontera (boundary object) en una red de relaciones.

Diseño de Plataformas es una tesis de compilación que aborda la teoría, práctica, y el método observado en la co-creación de varias formas de plataforma a lo largo de quince años. Durante este tiempo yo participé en múltiples proyectos, cuatro de los cuales forman parte de la compilación, mientras que otros se presentan en los capítulos de resumen para resaltar el valor de los productos secundarios de la investigación. La introducción y el análisis de los documentos de la compilación están construidos cronológicamente, debido a la importancia que tiene el transcurrir del tiempo en el desarrollo de la investigación. Todos los proyectos presentados aquí dieron lugar a prototipos - algunos grandes, alcanzando miles de usuarios - que tras las pruebas me dieron valiosas pistas para posteriores experimentos y proyectos, y también contribuyeron a las visiones y teorías registradas en esta tesis.

El texto se divide en seis capítulos, empezando por la introducción que presenta los antecedentes, la pregunta de investigación y las limitaciones del proceso general. El capítulo 2 describe el marco teórico de la tesis, comenzando con una serie de observaciones de términos que han evolucionado a lo largo del tiempo, ofreciendo una percepción de este campo como el equilibrio de varios pares de valores, dispuestos como ejes en un espacio multidimensional de significados. A continuación, una serie de definiciones de las ideas preconcebidas más importantes, para informar mi discusión sobre todo lo que un diseñador debería tener en cuenta a la hora de diseñar una plataforma. El capítulo 3 presenta los artículos incluidos en la recopilación por orden cronológico. El capítulo 4 describe el marco metodológico, que se construyó en paralelo al desarrollo de la tesis: una serie de métodos mixtos, incluyendo las métricas tradicionales, los contratos sociales y legales, la investigación y la creación de prototipos múltiples inclusivos. El capítulo 5 revisa todos los proyectos clave realizados a lo largo de los años (no sólo los de la recopilación) a través de la lente metodológica elegida, lo que da como resultado un marco conceptual elaborado con una nueva terminología que reorienta el pensamiento en el diseño de plataformas, alejándolo de lo tecno-determinista y hacia lo humano; este marco es una de las contribuciones significativas de esta tesis. Habiendo observado inicialmente las propiedades del tamaño, el rendimiento y el ritmo en mi investigación, se desarrollaban, descubrí una serie de valores muy diferentes que debían tenerse en cuenta a la hora de crear plataformas con un proceso de co-diseño. El capítulo 6 revisa la pregunta de investigación, extrae una serie de conclusiones y esboza futuras líneas de investigación en el diseño de plataformas.

Los documentos que componen esta recopilación incluyen un manifiesto de diseño; dos dos informes de proyectos de investigación, que podrían considerarse diarios de diseño; un artículo de una revista técnica; y una serie de artículos breves que exploran el nuevo campo de la háptica en el diseño de interfaces de usuario. Si bien es cierto que había otros trabajos que considerar al escribir esta tesis, los elegidos para su presentación ofrecen una visión global del trabajo en el campo. En el proceso de co-creación de diferentes plataformas desempeñé

varios papeles, que generaron diferentes tipos de resultados: informes, diarios, portafolios anotados, artículos académicos, software de código abierto, planos de diseños de circuitos electrónicos impresos, etc. El seleccionar intencionadamente una serie de resultados para incluirlos en esta tesis subraya la naturaleza mixta de los resultados finales en el mundo académico contemporáneo.

Antecedentes

Esta tesis, un estudio sobre la creación de plataformas, se basa en mi trabajo como educador, en mi investigación como miembro de varios grupos de investigación en la Universidad de Malmö y en la empresa sueca Arduino Verkstad AB. El trabajo se entrelazó a lo largo de los años en una serie de proyectos en los que participaron colegas académicos, comunidades de usuarios y desarrolladores de diferentes plataformas. Separar las líneas de tiempo de la enseñanza y la investigación ha sido un ejercicio complejo, pero ofrece a los lectores una mejor comprensión de los procesos pasados; sin embargo, no era la forma en que yo vivía las cosas, en la que el futuro era un libro cerrado. Esta sección contextualiza el curso de mi investigación, examinando mis preguntas de investigación, la investigación real, el resultado en forma de los artículos de esta compilación, y cómo la tecnología de vanguardia evolucionó con el tiempo.

Cuando me introduje por primera vez en el campo del diseño de interacción (IxD) en 2000 fue como profesor asistente en el campo de la programación para diseñadores. Planté la semilla de lo que hoy aprenden los diseñadores en materia de software en la Universidad de Malmö, dejando de lado muchos de los aspectos intrincados de la programación en favor de nuevos paradigmas y metáforas para explicar conceptos complejos a los estudiantes de diseño y arte. Por aquel entonces, la mayoría de las herramientas educativas para el aprendizaje del software de software habían sido creadas por y para ingenieros, y los profesores de todo el mundo se esforzaban por crear un plan de estudios que se adaptara a la formación de los alumnos y los introdujera en el mundo del diseño con herramientas más cercanas al metal que las tradicionales de diseño asistido por ordenador y diseño gráfico. [^1^](#fn1){#fnref1.footnoteRef} Nuestro objetivo era enseñar la interactividad a través de herramientas que permitieran familiarizar a nuestros estudiantes con las tecnologías más avanzadas, pero sin que los empujara a convertirse en programadores (aunque algunos lo hicieran).

Uno de los diseñadores pioneros en este campo fue John Maeda, que con su publicación Design By Numbers (1999) y el software homónimo (DBN) presentó una forma entonces revolucionaria de pensar en la estética y la computación. [^2^](#fn2){#fnref2.footnoteRef} Una serie de herramientas comerciales para creadores son anteriores a la de Maeda -el software del sistema operativo Mac Hypercard es un ejemplo, pero yo nunca había estado expuesto a ninguna de ellas y, de hecho, desconocía el trabajo de Maeda. [^3^](#fn3){#fnref3.footnoteRef} No sería hasta 2005 cuando entraría en escena, después de que me encontrara con el entorno de programación llamado Processing. Fry y Reas, los creadores de Processing y antiguos alumnos de Maeda, explicaron en su libro de 2007

Processing: A Programming Handbook for Visual Designers y artistas cómo crearon Processing "para enseñar los fundamentos de la programación informática en un contexto visual, para que sirviera de software de cuaderno de bocetos y para ser usado como una herramienta de producción". (Fry & Reas 2007, 1) La interfaz de usuario original de Processing tenía claras referencias al DBN de Maeda, con el mismo esquema de colores, botones y distribución visual (Shiffman 2009). Sin embargo, también introdujo una serie de nuevas metáforas como llamar a todos los programas "bocetos" (sketches) y a la carpeta que los contiene "cuaderno de bocetos" (sketchbook). Processing se utilizó por primera vez con alumnos en 2001 (Fry & Reas 2007, xxv).

En paralelo a mi trabajo de enseñanza de software, fui introduciendo el uso de electrónica a mis alumnos como forma de acercar el campo del IxD a la forma en que se dispositivos se diseñan realmente. Creé el llamado Laboratorio de Prototipos en el que podía introducir a los estudiantes de IxD en la tecnología de sensores y el uso de placas de microcontroladores para crear sistemas interactivos. Durante 2003 y 2004, experimenté con placas comerciales y más tarde con la creación de mis propias placas, para dar a los proyectos de los estudiantes una vida más allá de los cursos originales. Las placas comerciales se presentaron entonces como placas de demostración, y presentaban toda una serie de piezas -botones, pantallas, incluso pequeños altavoces, para que los estudiantes y los profesionales (y los usuarios finales de las placas) experimentaran con la tecnología. Estas implementaciones perdían buena parte de las funcionalidades reales del microchip al eliminar el acceso a muchos de los pines de entrada/salida de los microcontroladores, ya que se utilizaban con piezas predeterminadas por el fabricante de las placas. Como efecto secundario, la adición de piezas adicionales a los diseños electrónicos hizo que las placas innecesariamente caras, lo que a todos los efectos impidió que la comunidad académica adoptara cualquiera de los diseños.

En el invierno de 2003, y en los primeros días de los experimentos con mis estudiantes en el Laboratorio de Prototipos, me di cuenta de que había aspectos que muchos de los proyectos de los estudiantes tenían en común. También había una serie de características, o "affordances" (Gibson 1986, 18; Norman 1990, 9), que debían tener las placas electrónicas para que los alumnos pudieran para que los alumnos pudieran abordar el mayor número posible de escenarios de diseño. [^4^](#fn4){#fnref4.footnoteRef} Con esto en mente, acabé diseñando la primera contribución de la Universidad de Malmö al mundo de las herramientas para el IxD: una placa de bricolaje que los estudiantes tenían que montar ellos mismos antes de empezar a trabajar en proyectos de computación física (ver Fig. XXX). Era una placa sin nombre que los estudiantes tenían que soldar a mano a un circuito electrónico estándar. Los estudiantes tenían que crear un prototipo de sus proyectos en las placas, para luego hacer una segunda iteración en la que los estudiantes y yo fabricaríamos un circuito específico para cada proyecto. La intención de este proceso en dos fases era para que los estudiantes aprendieran la diferencia entre prueba de concepto y prototipo a nivel de electrónica. Lo que hicieran en la primera placa hecha a mano era una prueba de concepto; los

siguientes pasos eran prototipos.

Hubo una intencionalidad democrática al hacer esa primera placa electrónica de mano de mano, ya que significaba que las personas que no tenían una educación en electrónica no quedaran excluidas del uso creativo de la tecnología. El término "uso" debe incluir la manipulación directa de lo digital. Resnick et al. (1998) definen los manipuladores digitales (DM) como herramientas "con poder computacional embebido" que "están diseñados para ampliar el rango de conceptos que los niños pueden explorar a través de la manipulación directa, permitiendo a los niños aprender conceptos que antes se consideraban "demasiado avanzados" para los niños". Si se elimina la palabra "niños" de esta afirmación, se convierte en una definición de lo que intentaba hacer con esos primeros prototipos. Mediante la "manipulación directa de lo digital", en términos del teórico del diseño Johan Redström (2001), los estudiantes de IxD podían aprender conceptos que antes se consideraban demasiado avanzados para ellos.

No era el único con este propósito. En Japón, en 2004, Kobayashi y sus colegas adoptaron un proceso similar que terminó con la creación de la plataforma Gainer como forma de introducir a los estudiantes en la creación de interfaces físicas (Kobayashi et al. 2006). Otro ejemplo de este tipo de proceso educativo fue la creación de la plataforma Wiring en el Instituto de Diseño de Interacción de Ivrea (IDII) en Italia (Barragan 2004; Löwgren & Reimer 2013, 111). En otras palabras, la idea de crear plataformas electrónicas para la creación de prototipos surgió en diferentes partes del mundo casi al mismo tiempo. Todos adoptaron un enfoque similar, minimizando el impacto económico en los usuarios al tiempo que maximizaban los posibles usos de las placas y haciendo que la programación de la inteligencia digital de las placas fuera lo más sencilla posible.

No fue una coincidencia, pues, que la plataforma Arduino se lanzara en este momento. Mi interés por construir herramientas digitales para mis alumnos me llevó a participar en varias colaboraciones internacionales, una de las cuales me llevó al IDII en 2005. Allí conocí a Massimo Banzi y Dave Mellis, y Tom Igoe y Gianluca Martino, con quienes cofundé la plataforma Arduino en la primavera de 2005. Arduino no era entonces más que una herramienta de código abierto para que los estudiantes de IxD y diseño industrial añadieran cerebros electrónicos y comportamientos interactivos a sus artefactos. Era una placa de microcontrolador de hardware de código abierto con un entorno de programación de código abierto que la gente podía utilizar para crear sus propios prototipos y productos con componentes digitales. En marzo de 2005, tras haber discutido las formas en que nuestros estudiantes y colaboradores utilizaban electrónica en sus proyectos, Banzi y yo diseñamos la primera placa Arduino. Dave Mellis creó el software necesario para que la gente pudiera programar sus propios programas interactivos para ejecutarlos en la placa. Dave y yo también creamos el cargador de arranque (bootloader), el programa que reside en la memoria del microcontrolador que permite que los programas se carguen en él desde un ordenador. Nuestra experiencia y el software de código abierto existente permitieron que todo esto podía producirse a gran velocidad. Confiábamos en que

los estudiantes del IDII y de la Universidad de Malmö lo encontrarían útil, y encargamos a un a un fabricante local para que produjera las primeras placas de circuito impreso, que se llamarían Arduino (véase la Fig. XXX).

Una vez realizadas las primeras placas, introdujimos la herramienta como parte de nuestro plan de estudios estándar en nuestras respectivas universidades. Desarrollamos una caja de herramientas de prototipos interactivos que incluía placas Arduino, componentes electrónicos y software de código abierto o freemium que nuestros estudiantes podían utilizar para crear dispositivos interactivos. Entendíamos que, en un futuro no muy lejano, los artefactos digitales utilizarían pantallas para mostrar la información, así que construimos una serie de ejemplos con Flash -la ya desaparecida herramienta de despliegue de software de Macromedia y posteriormente de Adobe- para mostrar cómo aprovechar las pantallas de los ordenadores para para crear prototipos de interacciones. En ese momento, Kobayashi (2006), Fry y Reas (2007) y otros estaban publicando sobre las formas de conectar placas de microcontroladores a Flash y Processing. [75^](#fn5){#fnref5.footnoteRef}

La conexión entre el software y el hardware fue una parte importante en el éxito de Arduino como plataforma. Las placas de microcontroladores, como las de Arduino, no son más que periféricos genéricos para los ordenadores, y pueden ser utilizas para hacer casi cualquier cosa, desde recoger información del entorno a través de sensores hasta afectar al mismo entorno utilizando motores. El proyecto Arduino comenzó con la creación de una placa de microcontrolador que podía utilizarse para ampliar las capacidades de un ordenador personal hacia el mundo físico. En 2005 los ordenadores personales habían perdido la capacidad de interactuar con el mundo físico para leer información de los sensores o escribir en otros actuadores que no fueran los periféricos estándar: teclado, ratón y pantalla. Arduino es una herramienta de hardware diseñada para invertir esta situación y reabrir la conexión entre el mundo físico y el digital. Las diferentes comunidades de creadores de la esfera digital utilizan diferentes herramientas de software y hardware. Por ejemplo, los diseñadores gráficos suelen utilizar Adobe Creative Suite, un paquete de herramientas digitales, para procesar imágenes tanto en formato rasterizado como vectorial. Los músicos utilizan herramientas como Ableton, un mezclador digital capaz de comunicarse con otros programas e interfaces físicas, utilizando protocolos de comunicación estándar. Al crear las primeras herramientas de hardware Arduino nos dimos cuenta de que una forma de mejorar la experiencia de aprendizaje de la tecnología digital era conseguir que el dispositivo -las placas Arduino en este caso- enviaran y recibieran datos al software existente. Al hacer que el hardware del microcontrolador se comunicara con el software que utilizaba la gente previamente, se mejoraba a ese software permitiéndole comunicarse con el mundo físico, algo que redujo la curva de aprendizaje de las placas Arduino, lo que provocó un aumento natural de su velocidad de adopción. [^6^](#fn6){#fnref6.footnoteRef}

Arduino como herramienta se extendió rápidamente. Nos invitaron a dar conferencias en una serie de de instituciones educativas, y esto, junto con mi trabajo

con estudiantes de diseño y estudiantes de arte, me hizo ver no sólo lo que se necesitaba en términos de software y hardware, sino también los tipos de documentación necesarios para aprender los conceptos básicos y las piezas estándar que se necesitan para llevar a cabo experimentos básicos. Esto me llevó al siguiente cambio conceptual. Comprendí que tener una placa de prototipos -una herramienta y el software que la acompañaba -otra herramienta- no era suficiente para aprender electrónica. La gente necesitaría una serie de plantillas para actividades significativas y los componentes electrónicos necesarios para replicarlas y aprender los aspectos básicos de la tecnología. En consecuencia, el contenido también es muy importante en el proceso de democratizar el conocimiento: lo que había faltado en las plataformas de microcontroladores que precedieron a Arduino era un contenido que involucrara a la gente en el tema. El proyecto DBN de Maeda incluía esta noción de contenido en una forma que denominó courseware, tal y como se define en el sitio web del proyecto (Aesthetics and Computation Group 2003). El courseware introduce la idea de mezclar curso y software, e introduce nuevos conceptos en forma de ejercicios progresivos y autoexplicativos. Otros lenguajes de programación como Pure Data son autoexplicativos por su naturaleza visual. Sin embargo, a diferencia de los programas informáticos que acompañan al DBN o del código visual de Pure Data código visual, el mundo de la microelectrónica no se caracteriza por artefactos atractivos y autoexplicativos. Por el contrario, se presentaba en forma de hojas de datos y manuales. [^7^](#fn7){#fnref7.footnoteRef} Las hojas de datos (la forma en que los ingenieros comparten información sobre componentes electrónicos), y los manuales (la forma en que explican el software) no eran apropiados para el usuario medio de Arduino en 2005. Necesitábamos desarrollar ejemplos que entrelazaran el proceso de construcción con una explicación más teórica.

Cuando llegamos a un campo por primera vez, normalmente no poseemos las herramientas para trabajar en él; al comenzar de cero, tenemos que reunir toda una serie de objetos, conceptos, contactos y conocimientos en lo que se convertirá en nuestra caja de herramientas personal. Esto es lo que me hizo pensar en los kits como conglomerados de herramientas, materiales y documentación. Experimenté con kits y contenidos, y produje resultados en forma de prototipos, courseware y productos en una serie de campos: electrónica básica (Gran et al. 2005; Cuartielles 2010, 2012), robótica (Cuartielles & Yang 2010; Cuartielles et al. 2011), y la integración de dispositivos móviles y prototipos electrónicos (Göransson & Cuartielles 2012; Cuartielles & Göransson 2015), entre otros. Mientras me centraba en poner los kits en manos de la gente, me di cuenta de que estaban construyendo sus propias colecciones de herramientas que se adaptaban a sus necesidades más comunes. Por ejemplo, los estudiantes de IxD recopilaban sensores de distancia, acelerómetros para detectar el movimiento, células Peltier para calentar o enfriar prototipos de dispositivos vestibles y comunicadores -principalmente conjuntos de chips inalámbricos Bluetooth- para que sus prototipos se comunicasen con los teléfonos móviles. Los profesores de robótica de secundaria superior, en cambio, preferían sensores de luz, motores de corriente continua de bajo coste, LEDs de 10 mm y todo lo que pudiera

ser útil para crear robots con sus alumnos. Cada nuevo grupo de usuarios de Arduino que encontré tenía diferentes necesidades, todas ellas muy similares a las de los demás, pero también lo suficientemente diferentes como para darme cuenta de que esas colecciones de piezas eran características de sus habilidades y necesidades. Fueron estas colecciones de herramientas y piezas pequeñas que identifiqué como cajas de herramientas (toolboxes). Mientras que los kits están relacionados con un contexto de uso, las cajas de herramientas están relacionadas con un contexto de experiencia (expertise). La experiencia se adquiere con el tiempo y es difícil conseguirla en un nuevo contexto con una caja de herramientas ya montada. Aunque los kits no son lo mismo que las cajas de herramientas, pueden ayudarnos a ganar un conocimiento sobre lo que se necesita y, por tanto, son indicaciones del contenido de una caja de herramientas. Las herramientas de Arduino son lo suficientemente abiertas (open-ended) como para ser incluidas tanto en kits y cajas de herramientas.

Con el tiempo, Arduino pasó de ser una multiplicidad de simples cajas de herramientas de código abierto en manos de varios grupos de usuarios, utilizados para diseñar productos y experiencias electrónicas, hasta convertirse en un lugar donde la gente no sólo se aproxima para aprender sobre electrónica, sino también para compartir sus conocimientos y experiencias. Mediante una serie de herramientas online hackeadas juntas (el sitio web original de Arduino estaba formado por dos wikis, un blog y un software de foro), fue posible que cientos de miles de personas interactuaran entre sí. Fue entonces cuando nos dimos cuenta de que teníamos algo más en nuestras manos: una plataforma única, hecha de circuitos electrónicos, software, herramientas en línea y, sobre todo, una comunidad de usuarios que la apoyaban de diversas maneras.

En lo que respecta a mi enseñanza, pasé de pasar días intentando desarrollar contenidos originales a dedicar sólo unas horas a extraer contenido creado por la comunidad del llamado Arduino Playground. [^8^](#fnref8.footnoteRef} Un buen ejemplo de esto fue Anders Gran y sus compañeros cuando documentaron sus primeros experimentos con Arduino y Processing (Gran et al. 2005). Cuando ellos Cuando empezaron no había ejemplos disponibles de cómo hacer tal cosa pero una vez que lo hicieron y lo publicaron en el sitio web de la de la Universidad de Malmö, se convirtieron en una referencia fácil de usar para cualquiera que quiera enseñar ese tema específico. Gracias a ésta y otras iniciativas similares, pude enseñar a mis alumnos a ser autosuficientes y buscar la documentación por sí mismos. El crecimiento de la comunidad hizo de Arduino Playground un activo educativo.

Estos bloques de contenido educativo, cuando se diseñan adecuadamente, pueden ser reutilizados en diferentes contextos. Por ejemplo, los contenidos para aprender a controlar un motor puede utilizarse tanto para construir un robot como en un contexto más general cuando se aprende sobre posibles actuadores. La información sobre un sensor de luz puede ser útil para un experimento científico sobre las propiedades de la luz, pero también cuando se trata de detectar la presencia de una persona en una habitación. Una

herramienta como Arduino, debido a su carácter abierto, puede reutilizarse en muchos contextos diferentes. A nivel micro, lo mismo ocurre con el software que se ejecuta en la placa Arduino, ya que el mismo programa puede utilizarse para controlar sensores completamente diferentes y, por lo tanto, recoger tipos de datos muy diferentes del mundo. A escala macro el contenido sobre un determinado tema puede ser probado empíricamente en esta herramienta y apenas un minuto después puede tener lugar otro tipo de experimento. Tal es el poder de la tecnología digital. Sin embargo, en el éxito de Arduino la principal métrica ha sido la adopción -cómo la gente ha aprovechado sus propiedades, la reutilización de piezas y contenidos, el carácter abierto de las herramientas y la facilidad de acceso a una gran cantidad de recursos- para hacer suyo Arduino y cómo construyeron sus propias cajas de herramientas y kits a partir de los conocimientos adquiridos en esa experiencia. Al permitir la comunicación a través de una serie de sistemas en línea, ayudamos a crear una comunidad de usuarios centrada en las herramientas. La comunidad Arduino.

Este proceso hizo que Arduino pasara de ser una simple herramienta a una plataforma con un conjunto de kits y cajas de herramientas diseñados tanto por nosotros, los desarrolladores, pero también por los usuarios. Fue en este punto donde Arduino ofreció interesantes casos de estudio para mi investigación. En el capítulo "Lecciones aprendidas" investigo Arduino como un entorno de aprendizaje situado y poblado (populated), y una especie de plataforma. Aunque el esfuerzo realizado para crear y mantener la comunidad Arduino ha dejado su huella en mis experimentos prácticos, mi investigación ha alternado entre los distintos casos, desde la creación de paisajes sonoros a las interfaces hápticas. En la siguiente sección se expone la progresión entre los distintos casos, su relación entre sí y el tema de esta tesis, la creación de plataformas como sistemas modulares, transferibles y generalizables.

Investigando el hilo conductor

Antes de ayudar a que Arduino se convirtiera en una plataforma de éxito para usuarios de distintos niveles, dediqué algún tiempo al elemento IxD en el proyecto de investigación "Micromovilidad y aprendizaje" (Cuartielles et al. 2003), explorando la posibilidad de utilizar tecnologías de posicionamiento en interiores y otros metadatos para analizar cómo se relacionarían los estudiantes de K3 de la Universidad de Malmö al trabajar en un entorno de aprendizaje basado en proyectos. [^9^](#fn9){#fnref9.footnoteRef} Los resultados fueron posibles desarrollos técnicos y las semillas de futuras tecnologías: un bloc de dibujo colaborativo para permitir a los estudiantes co-crear bocetos durante las sesiones de brainstorming desde una multiplicidad de dispositivos (Cuartielles et al. 2004), una herramienta para diseñar paisajes sonoros en la que los artistas podían mejorar los espacios añadiendo sonido 3D gracias a un nuevo formato de marcado extendido (Cuartielles & Malmborg 2004), y un sistema de posicionamiento en interiores (Casas et al. 2002; Casas et al. 2004; Casas et al. 2007). Aunque los prototipos y los documentos eran de naturaleza muy técnica, tenían una

clara intención pedagógica, ya que se produjeron en el contexto del aprendizaje situado explorado por el proyecto de Micromovilidad y Aprendizaje.

En uno de mis primeros estudios bibliográficos, me fascinó el trabajo de la artista británica Fiona Raby y su socio, el especialista en diseño crítico Anthony Dunne, en el Royal College of Arts (RCA) y de las personas de su departamento, donde se acuñó el concepto de diseño crítico (Dunne 1999). Proyectos como "The Presence Project" (Dunne & Gaver 2001), "Flirt" (Raby 2000) o "Edge Town" (Hooker & Kitchen 2004) han influido en mi forma de entender el diseño como una mezcla de teoría y práctica. De hecho, todavía utilizo estos proyectos como ejemplos didácticos, ya que considero que anticipan en muchos aspectos nuestro presente sociotecnológico. [^10^](#fn10){#fnref10.footnoteRef} Los informes v sitios web de estos proyectos son ejemplos clásicos de cómo investigar a través del diseño (véase el capítulo 4) utilizando objetos electrónicos como interfaz entre investigadores y usuarios. Los objetos en sí no eran el resultado del proyecto de investigación, sino que eran vehículos para aprender más sobre el comportamiento y los patrones de interacción. La estética -como en el campo del conocimiento de la experiencia participativa y multisensorial- desempeñó un papel importante en todos los provectos, al igual que la ambición de explorar de forma creativa y poco convencional el uso de la tecnología. [^11^](#fn11)
[#fnref11.footnoteRef}

De la misma escuela de práctica, y de hecho en respuesta a algunas de las primeras publicaciones, la noción de William Gaver de sondas culturales (Gaver et al. 1999) fue uno de los conceptos que más influyeron en mis primeras exploraciones en el diseño. Dadas las posteriores revisiones que Gaver hizo de su propio método (Gaver et al. 2004) para alertar a los diseñadores sobre los usuarios y sus vidas, cabe señalar que el estudio de "Sondas Culturales" que realicé en 2003 fue cuestionable en muchos aspectos. Creé un paquete de sondas culturales diseñado para realizar pruebas de usabilidad para un dispositivo técnico, el bolígrafo Anoto, utilizando las mismas premisas que Gaver et al. iban a criticar en su método revisado (2004). Las sondas culturales se diseñaron para aprovechar una especie de autoetnografía de los usuarios a la que era difícil llegar de otro modo, y los resultados del análisis no deben considerarse más que una inspiración, adecuada como guía para el proceso de diseño, a pesar de que mi intención era un análisis cuantitativo de los resultados de la aplicación del método a un escenario de la vida real.

Fue por aquel entonces cuando redacté un manifiesto para el diseño que implicaba a los usuarios, los objetos electrónicos y las situaciones cotidianas. El texto "Resign Desearch" (Nota del traductor: este término es un juego de palabras, en el que se intercambian las consonantes iniciales de ambas palabras, sugiriéndose un paradigma alternativo para la investigación en diseño, distinta de la convencional. Para un mayor contexto respecto a este término puede consultarse la referencia original, incluida en el anexo I de esta tesis) (Cuartielles 2004) -que se incluye en esta recopilación- marcó la pauta de mi forma de actuar a partir de entonces. Me centraría en la creación de herramientas junto con los usuarios, y a través de esas interacciones crearía colecciones de diseño. Un ejemplo de este

trabajo fue la serie de proyectos conjuntos con mis estudiantes en 2004-2005, cuando construimos una cabina de confesiones automatizada, un teléfono móvil con una libreta de direcciones hackeada para reaccionar a la cantidad de alcohol en la sangre del usuario -que le impedía llamar a ciertas personas cuando estaba ebrio- y una silla que primero pedía a alguien que se sentara en ella y poco después se quejaba del peso de la persona. Esta colección de piezas interactivas sólo fue posible gracias a la colaboración de los alumnos, y me ayudó a identificar la forma de crear herramientas para que los estudiantes pudieran construir sus propios sistemas. Al tomar las decisiones correctas en cuanto a la tecnología, los estudiantes no sólo podían implementar las piezas por sí mismos, sino que podían contribuir a la creación de una herramienta de aprendizaje que sería reutilizada por cohortes posteriores de estudiantes. Algunas de las piezas, al estar influidas por las ideas de diseño crítico del RCA, pretendían inspirar a los usuarios, ilustrar un concepto o incluso poner de relieve un punto débil; otras se concibieron como exploraciones de futuros productos y servicios.

Paralelamente, estaba concluyendo una amplia colaboración con la Universidad de Zaragoza en el proyecto "Micromovilidad y Aprendizaje". Uno de mis kits de demostración, el Kit de Desarrollo de Espacios Sonoros (Cuartielles & Malmborg 2004), había sido creado pensando en la reutilización. Una plataforma para que los artistas sonoros crearan experiencias sonoras en 4D en un espacio 3D de $10\times10\times10$ metros, utilizaba un sistema de posicionamiento en interiores desarrollado por la Universidad de Zaragoza junto con un software que diseñé para ordenadores de mano conectados de forma inalámbrica, y un formato XML que definí (Cuartielles et al. 2003) para geolocalizar los sonidos en el espacio y en el tiempo, fue un kit de demostración que presenté en un par de reuniones académicas. El proyecto había concluido cuando se creó Arduino en 2005, habiendo terminado con un artículo en una revista (Casas et al. 2007).

Uno de los problemas de la tecnología digital en ese momento, como se ha señalado anteriormente, era la falta de herramientas baratas y fáciles de usar para que los diseñadores empezaran a construir prototipos. Arduino cambió considerablemente ese panorama y mi propio modus operandi. Tenía acceso a un suministro inagotable del mismo ladrillo electrónico reutilizable en el que basar mis diseños, [^12^](#fn12){#fnref12.footnoteRef} y había una comunidad que podía suplir mi necesidad de ciertos fragmentos de código, y a veces incluso anticiparse a ella. [^13^](#fn13){#fnref13.footnoteRef} Y como cada parte de la tecnología Arduino era de código abierto y estaba construida sobre múltiples componentes de código abierto, era posible reutilizarla de múltiples maneras.

Con el despegue de Arduino como plataforma, me di cuenta de que sería interesante investigar cómo aplicar algunos de los conocimientos generados por esa comunidad a otros casos. Por invitación del Centro Cultural de España en México me embarqué en un proceso de codiseño de tres años para ayudar a relanzar un club de informática para niños. Mi contribución fue ayudar a establecer procesos, formar a un gestor para el espacio y crear contenidos educativos, incluso co-diseñando un robot DIY con la ayuda de una placa Arduino modificada, aco-

modada a la disponibilidad tecnológica de la Ciudad de México (Cuartielles & Yang 2010). El proceso me llevó por el camino de reutilizar conscientemente contenidos, herramientas y procesos en otros provectos.

Esa fue también la naturaleza de mi trabajo realizado junto a Stenslie, Göransson y Olsson (Cuartielles et al. 2012a; Cuartielles et al. 2012b, 2012b, 2013; Olsson et al. 2012; Stenslie et al. 2014), incluido en esta tesis. Colaboramos en una serie de prototipos para dar retroalimentación física a los usuarios a través de la háptica, y luego para conectar los cuerpos de los usuarios de forma remota utilizando tecnologías móviles. El proceso de creación de cada prototipo fue un esfuerzo de grupo, en el que cada uno tenía un papel diferente, pero todos se unieron en el "trabajo pesado" de la construcción, especialmente para los prototipos con, por ejemplo, 120 puntos de contacto interactivos en el cuerpo. Los proyectos hicieron avanzar mi investigación al requerir protocolos de comunicación y la creación de algoritmos que permitieran a las redes híbridas de sensores y actuadores de cientos de dispositivos transmitir su estado al resto de la red conectada físicamente, pero también a otras a distancia.

Mi último bloque de investigación relevante aquí correspondió a mis actividades como investigador principal de Arduino Verkstad AB, trabajando en dos proyectos de investigación de la UE, SandS y PELARS. $[^{14}](\# \text{fn14}) \{\# \text{fnref14.footnote} \text{Ref}\}$ El proceso se basó en la idea de crear una electrónica modular, pero esta vez examinando los dispositivos (sensores, comunicadores, actuadores) con vistas a hacerlos "inteligentes" mediante el diseño de un protocolo de interconexión que permita conectar en caliente los dispositivos al sistema y negociar automáticamente sus direcciones. Para el proyecto SandS codiseñé un kit para ayudar a los investigadores de las demás instituciones participantes a conectar cualquier aparato de cocina existente a la nube de Internet de SandS. Esta nube permitiría a los usuarios finales dar instrucciones a sus electrodomésticos de cocina utilizando instrucciones cargadas por otros usuarios finales. De este modo, si alguien intentara quitar una mancha de zumo de fresa de una camisa blanca, utilizaría su dispositivo móvil para interactuar con la nube SandS, que tras un análisis semántico ofrecería la mejor coincidencia existente para la tarea y luego controlaría a distancia el electrodoméstico para el usuario, dándole un conjunto de instrucciones que llamamos recetas. El proyecto SandS proporcionó el primero de una serie de prototipos que aún no eran del todo "inteligentes" en cuanto a la forma de implementar el sistema. El escenario de uso incluía a un técnico que acudía a la casa del usuario final para hackear los electrodomésticos existentes, combinado con un programa de aplicación informática para que las distintas partes interactuaran con la nube. PELARS se basó en los conocimientos generados en el proyecto anterior para generar un prototipo más pulido y listo para experimentos en la vida real con usuarios relativamente inexpertos. En este caso, un usuario novato tomaría las placas correspondientes a los sensores o actuadores y las conectaría como una única placa comunicadora utilizando una configuración de bus. Mediante un entorno de programación visual basado en un paradigma de flujo, los usuarios podían programar las relaciones entre los dispositivos, determinando así cómo éstos intercambiaban información entre sí

y con otros artefactos.

Todo esto, por supuesto, formaba parte de la evolución natural de las plataformas de creación de prototipos. Hoy en día, los diseñadores de plataformas crean sistemas modulares muy parecidos a la prueba de concepto que hicimos para el proyecto PELARS, diseñados para minimizar el tiempo que necesitan los usuarios y desarrolladores para montar sistemas interactivos compuestos por múltiples sensores y actuadores, sistemas de inteligencia y comunicadores. Sigo estudiando las relaciones entre los usuarios y los sistemas conectados, desde el Centro de Investigación sobre Internet de las Cosas y las Personas de la Universidad de Malmö. La experiencia que he adquirido en la construcción de plataformas -tanto desde el punto de vista técnico como centrado en el usuarioes, en mi opinión, una ventaja a la hora de estudiar cómo la sociedad se dispone a adoptar el paradigma de la IO. Si es cierto que todo lo que puede conectarse estará conectado, como promete la IO, ¿cuáles son las implicaciones? ¿Cómo se explicará la IO a la gente? ¿Cómo ayudaremos los diseñadores a que los desarrolladores se comuniquen con los usuarios, y cómo implicaremos a todos ellos en la construcción de las plataformas de IoT del futuro? ¿Cómo transformará la IO nuestra forma de entender la sociedad y de relacionarnos con los demás? Todas estas son preguntas que los investigadores del diseño debemos abordar, y que se abordarán a medida que explore la IO en esta tesis. Dado que el concepto de IoT ha tomado forma paralelamente a la investigación presentada en este volumen, mi trabajo en IoT se entiende mejor como una exploración de las premisas sociales y materiales del campo, materializadas en forma de prototipos, protocolos de comunicación, formatos de archivo para representar propiedades físicas, plataformas educativas e instalaciones artísticas vestibles.

Preguntas de investigación

Trabajo desmitificando la tecnología e imaginando cómo entender el futuro de los "sensores, comunicadores y actuadores", como Hayles (2009) opta por etiquetar de forma interesante a los dispositivos inteligentes disponibles en el mercado. Estos dispositivos, gracias a su capacidad de intercambiar información con otros sistemas dentro de una determinada red, prometen ser los bloques de construcción en la creación de otros artefactos. Mis preguntas de investigación son, por tanto, si esta modularidad, que podríamos denominar transferibilidad (en el sentido de que sus prestaciones podrían transferirse a otros diseños) y generalizabilidad (sus propiedades podrían convertirse en un estándar), constituyen una característica básica para una "cosa-plataforma" -una construcción sociotecnológica para el funcionamiento de aplicaciones reconfigurables- y, al mismo tiempo, un artefacto sociomaterial para el aprendizaje colaborativo. Y teniendo en cuenta la definición de "Cosa" de Björgvinsson et al. (2012) como "conjunto sociomaterial" -y mi propia definición de plataforma-cosa-, ¿qué tipo de requisitos funcionales pueden conducir el trabajo de diseño hacia la creación de una plataforma? En el contexto de esta tesis, las preguntas tienen que reformularse preguntando si la capacidad de reutilizar un sistema (o partes de

él, aprovechando su modularidad) y reprogramarlo (cambiando su funcionalidad sin cambiar necesariamente su materialidad para adaptarse a las propias necesidades) podrían ser propiedades básicas de una plataforma.

En esta tesis exploro en profundidad ésta y otras cuestiones relacionadas. Presento una serie de casos (capítulo 3) en los que he participado, y trazo cómo los aspectos destacados en la definición teórica de las plataformas (del capítulo 2) coinciden con las propiedades de los sistemas transferibles y generalizables. También respondo a las preguntas de mi análisis bibliográfico (capítulo 2), en el que introduzco los conceptos, o más bien las ideas preconcebidas, que se transforman en una colección diferente de términos, según se confirma en la presentación de los casos y los métodos. Los términos que ayudarán a los diseñadores a la hora de referirse al resultado de sus propios proyectos se exponen en "Lecciones aprendidas" (capítulo 5), en el que se traza el cambio de paradigma en la forma de ver las plataformas desde la comprensión de que los seres humanos forman parte de un ensamblaje mayor que une a sistemas y personas. Para articular esto, sostengo que el diseño de nuevas tecnologías para el aprendizaje (aunque también podría extenderse a otros casos) debería permitir una mejor integración de los seres humanos en estos ensamblajes, siendo más respetuoso con una variedad de deseos y necesidades.

Limitaciones

El trabajo presentado en esta tesis debe contextualizarse en el ámbito de las tecnologías para la creación de prototipos de I experiencias y servicios en el ámbito del IxD. El texto es un resumen de reflexiones, lecturas y hallazgos, y pretende dar pautas sobre cómo referirse a los artefactos y programas informáticos producidos durante un proceso de diseño, tanto durante como al final. Lejos de ser un trabajo puramente teórico mi investigación se ha llevado a cabo mediante la participación directa en la en la cocreación de sistemas, formando parte o colaborando con varios equipos de personas durante largos periodos. A veces se han necesitado años para iterar conceptos y prototipos debido a la naturaleza de los propios proyectos, la financiación disponible o, a falta de ella, la disponibilidad de la gente para trabajar gratis en un proyecto.

Mi papel en los distintos proyectos ha variado. En algunos casos, he diseñado la tecnología, en otros he facilitado el trabajo de la comunidad mientras mantenimiento del sistema, e incluso me convertí en el diseñador principal de proyectos financiados por la UE. Este enfoque multidisciplinar tanto dentro de los equipos como en torno a mi de investigación me obligó a adoptar una serie de estrategias para afrontar las situaciones de diseño. Tuve que aprender a actuar en los distintos casos y cómo sacar adelante los proyectos. Pero no siempre pude hacerlo todo como me hubiera gustado en el sentido del manifiesto de investigación activista de Hale (2001).

Aunque he trabajado con cientos de partes interesadas a lo largo de los años, no me centré en los aspectos éticos que ahora interesan a los pensadores contem-

poráneos. contemporáneos. La privacidad y el intercambio de datos no eran mi principal preocupación cuando trabajaba en la creación de electrodomésticos conectados para el proyecto SandS. No es que no sea consciente de los posibles inconvenientes de las nuevas tecnologías, como los dispositivos siempre conectados, pero siempre en funcionamiento. de las nuevas tecnologías, como los dispositivos siempre conectados, pero no era mi cometido en el ámbito de ese proyecto. Lo mismo puede decirse del proyecto PELARS en el que construimos plataformas de prototipos interactivos para recopilar datos sobre cómo interactuaban los estudiantes entre sí y enviar informes a tanto a estudiantes como a profesores. En el proyecto había un grupo de ética dentro del proyecto, pero yo no participé directamente en sus trabajos.

No obstante, merece la pena detenerse en el paso de un enfoque de caja de herramientas basado en problemas a una comunidad de aprendizaje encarnada en plataformas. Las cajas de herramientas pertenecen al ámbito de los expertos, como explicaré en el capítulo 2, y crecen a partir de la experiencia individual de una persona que navega por el campo. Por otro lado, las comunidades se construyen a través de la interacción de muchas personas y pueden tener diferentes modelos de gobernanza, que a su vez pueden determinar sus agendas de pensamiento y acción. Mientras que el experto responde a las reglas de un campo, en un modelo de gobierno las comunidades pueden desviarse fácilmente. Esto tiene ciertas ramificaciones éticas Esto tiene ciertas ramificaciones éticas que deben tenerse en cuenta, sin olvidar la cuestión central de la rendición de cuentas.

La cuestión de la rendición de cuentas, más aguda en el concepto de ensamblaje (Latour 1996, 374) y la participación de no humanos, es una fuente de conflicto ético que aún no se ha resuelto. ¿Puede un no humano (como un un programa informático) o a todo un conjunto (una plataforma) responsable de sus actos, o deben serlo los creadores humanos de esa entidad? En el caso de una comunidad sostenida tecnológicamente, ¿cómo debe repartirse la responsabilidad compartida? ¿Hasta qué punto debe permitirse que los no humanos interfieran en los modelos de gobierno de la comunidad y hasta qué punto se debe permitir a los humanos experimentar con formas tecnológicas de poder? Estas y otras cuestiones serán tratadas con la ayuda de la literatura. Aunque Jane Bennett y otros han demostrado que el control de la vida cotidiana depende de facto de frágiles ensamblajes de humanos y no humanos (Bennett 2005) esto no debería impedirnos crear nuevas comunidades de aprendizaje exploratorias para hacer frente a la tecnología y debería incluso producir más preguntas. ¿Puede una educación impulsada por la tecnología liberarnos de una sociedad mediada (y potencialmente controlada) por la tecnología? ¿Es la tecnología la cura para la tecnología? Aunque ninguno de mis proyectos o artículos han tratado directamente cuestiones de responsabilidad, siguen siendo cuestiones éticas importantes y, al democratizar las tecnologías, se llegan a enfoques alternativos para infraestructuras a gran escala como el Internet de las cosas, que son de interés inmediato en esta tesis.

Por último, tuvimos que tomar todo tipo de atajos tecnológicos durante la creación de muchas de las tecnologías descritas en esta disertación. Estas limitaciones técnicas tenían que ver con la naturaleza de los prototipos y la dificultad de anticipar el grado de escalabilidad de la tecnología en entornos experimentales. Por ejemplo, el proyecto de investigación europeo SandS se probó en distintos centros de investigación, pero nunca llegó a manos de los usuarios finales. En este tipo de investigación suele haber limitaciones claras sobre el posible alcance de la tecnología, además de los cálculos teóricos realizados para el proyecto. En otros proyectos como el proyecto "Tecnologías creativas en el aula" (véase el capítulo 4), en el que participaron más de 17.000 usuarios, era evidente que las decisiones técnicas que tomamos podían ampliarse. En cambio, tengo que Desde una perspectiva activista, me pregunto si la ampliación es suficiente para el éxito de la divulgación. Desde el punto de vista de la investigación a través del diseño, que un experimento se pruebe con un cierto grado de éxito en decenas de miles de personas es un éxito obvio, pero ¿es el diseño propuesto lo bastante bueno para ir más allá de esas pruebas? ¿Es el concepto duradero? En el contexto de la tecnología, en constante evolución, ¿hasta qué punto pueden ser duraderos los proyectos? En los capítulos siguientes ofreceré a los lectores las herramientas para responder al menos a algunas de estas preguntas.

Resumen

Llegué al IxD con una formación mixta en gestión de proyectos y diseño microelectrónico. Mi primera tarea fue crear el contenido de programación para los estudiantes de IxD. Entendía que los estudiantes que participaran en mis cursos no tendrían conocimientos de los conceptos básicos que yo había aprendido cuando estudiaba ingeniería. Como todo curso que se imparte por primera vez, pasé la mayor parte del mismo intentando transmitir un mensaje comprensible para los alumnos, dados sus conocimientos previos en la materia.

El proceso de enseñanza era (y sigue siendo) un proyecto en sí mismo: cuando empieza cualquiera de mis cursos, no tengo una idea clara del resultado. Los estudiantes definen sus necesidades y, a través de su interacción conmigo y otros profesores, crean nuevos conceptos, experiencias y prototipos de interacciones, sistemas complejos de productos y servicios y, por supuesto, dispositivos electrónicos. Este es el contexto de mi investigación. Me paso mis días interactuando con otros, buscando formas eficaces y sostenibles de desarrollar e iterar prototipos de software, hardware o ambos.

A lo largo de mis años de trabajo en la creación de herramientas, kits y plataformas, me he dedicado a la investigación teórica y práctica de toda una serie de iniciativas. Sin saberlo, seguí los pasos descritos por Gaver en su análisis de 2012 sobre la investigación a través del diseño un manifiesto, en el que expuse los fundamentos de mi metodología, con colecciones en lugar de artefactos individuales como resultados del proyecto, definiendo cómo me relacionaría con los usuarios haciendo el tipo de investigación activista definida por Hale (2001), en la que realizaba una investigación orientada al usuario en casos que me parecían

interesantes porque permitirían el acceso a la tecnología de formas novedosas a distintos grupos de personas, ya fueran estudiantes en Malmö, profesores en España, investigadores en Italia o niños en México. $[^15^](\#fn15)\{\#fn15\}.footnoteRef\}$

Paralelamente al proceso de definición de mi proceso de trabajo, codesarrollé como parte del proyecto "Micromovilidad y aprendizaje" (Casas et al. 2004) un sistema de localización en interiores y varias aplicaciones para demostrar su funcionalidad. Probablemente, la más destacada fue un sistema para diseñar paisajes sonoros que utilizaba la tecnología de localización para situar sonidos en el espacio, con instalaciones que los usuarios experimentaban a través de terminales de mano (Cuartielles et al. 2003). Mis resultados me valieron un par de residencias de investigación, una de ellas en el IDII, donde conocí a las personas que me acompañarían en la creación de la plataforma Arduino. Pasé varios años gestionando la plataforma web de Arduino, lo que me permitió comprender mucho mejor lo que le interesaba a la gente cuando buscaba herramientas de prototipos aplicadas a diferentes contextos. Me dediqué muy activamente a la creación de experimentos educativos, primero para universidades y luego para escuelas, y pasé a crear programas educativos educativos completos que se aplicaron en varias regiones de España, Suecia y Ecuador.

Mientras desarrollaba y probaba programas educativos, proseguí la investigación para la creación de tecnologías para llevar puestas (wearables) empleando sistemas interactivos sencillos que pudieran desplegarse en distintos tamaños y que permitieran a las personas conectarse entre sí mediante el uso del tacto y la retroalimentación háptica como interfaz para la comunicación a distancia. En trabajo realizado por Stenslie, Olsson y Göransson (Cuartielles et al. 2012a) en el campo de la háptica me llevó a pensar en nuevas plataformas interactivas en las que sería fácil construir sistemas interactivos utilizando una mezcla de electrónica modular y lenguajes de programación visuales. El primer paso fue la implementación de un nuevo protocolo de comunicación con un nuevo lenguaje de programación visual basado en el paradigma de flujo para el diseño de la taxonomía de sistemas multiprocesador. Los dos proyectos de investigación de la UE que dirigí para Arduino Verkstad AB entre 2012 y 2017 fueron iteraciones de estas ideas de crear sistemas multiprocesador ampliables, y conectables en caliente.

Mientras que el trabajo sobre háptica contemplaba la creación de células idénticas que pudieran interconectar personas a distancia mediante el tacto y la vibración, y los proyectos de investigación de la UE de la UE exploraban la posibilidad de que cualquiera pudiera construir sistemas similares, pero de forma mucho más abierta, mi investigación actual sobre el Internet de las Cosas y las Personas (IOTAP) como parte del grupo con el mismo nombre en la Universidad de Malmö está orientado a la creación de un discurso más crítico respecto a la forma en la que la IoT se conceptualiza y se lleva a cabo. Mi experiencia en la construcción de herramientas y plataformas significa que puedo aproximarme a este campo con una visión crítica. Para alcanzar un nuevo paradigma de computación como la IoT va a requerir la aplicación del pensamiento de diseño de

plataformas, en el que usuarios y desarrolladores tendrán que colaborar para hacer que suceda.

- 1. El "metal" de la electrónica digital se refiere a los microchips. Existe una jerarquía de herramientas, siendo el código máquina el más cercano al metal (ya que todo lo que se escribe es exactamente como se almacenará en la memoria del procesador). C, C++ y otros lenguajes de programación son el siguiente escalón, Java es el siguiente, ya que se ejecuta como un flujo de código que se ejecuta en una máquina virtual. Herramientas como Photoshop o Audacity que manejan medios y han sido escritas en lenguajes de programación de alto nivel, como C o Java, están aún más en la escala de abstracción y, por tanto, más alejadas del .
- 2. Para la linea de tiempos de DBN, consulté el sitio oficial en la página web del MIT Media Lab, http://dbn.media.mit.edu/.
- 3. Existen multitud de recursos online sobre Hypercard, que llegó a ser un software exitoso. Por ejemplo, http://hypercard.org/ ofrece multitud de recursos y enlaces a proyectos relacionados.
- 4. La explicación de Norman es sencilla: "El término affordance se refiere a las propiedades percibidas y reales de la cosa, sobre todo a aquellas propiedades fundamentales que determinan cómo se puede emplear dicha cosa ... Las affordances proporcionan pistas importantes sobre el funcionamiento de las cosas... Cuando se aprovechan las affordances, el usuario sabe qué hacer con sólo mirar" (1990, 9). Gibson, por su parte, introduce la idea de affordances como "propiedades tomadas con referencia al observador" (1986, 18).
- 5. El trabajo de Fry y Reas conectando microcontroladores a ordenadores se hizo antes del nuestro en Arduino, pero su primer publicación salió dos años después de que hubiéramos liberado la primera placa Arduino y algunos de los ejemplos.
- 6. En los primeros días de Arduino en 2005, los principales paquetes creativos que se estaban empleando eran Pure Data y Max/MSP para la producción de sonidos y medios en directo, Isadora para la mezcla de vídeo en directo, Processing para instalaciones y Flash para la creación de experiencias web interactivas.
- 7. Las hojas de características son la forma en la que se presenta la información sobre los componentes electrónicos y herramientas a los desarrolladores. No existe un estándar respecto a cómo presentar esta información, debido a que el tipo de componentes y herramientas varía entre una placa y otra. Las hojas de características presentan las cualidades eléctricas, las funcionalidades electrónicas y las propiedades mecánicas de un componente.

- 8. Arduino Playground es una wiki es el sitio web de Arduino utilizado por miles de usuarios para documentar nuevas formas de interactuar con sensores, comunicadores y actuadores. Cuando se dejó de publicar el blogs, la gente se enfocó en pequeñas publicaciones en sitios como Facebook o Twitter, lo que hizo que el Playground se convirtiera en un archivo y fuente de información más duradera de forma abierta y auto-regulada.
- 9. K3 es el acrónimo de Konst, Kultur och Kommunikation (Arte, Cultura y Comunicación), mi departamento en la Universidad de Malmö.
- 10. Por ejemplo, tan sólo el proyecto Flirt anticipó los ataques de denegación de servicio (DOS) a las estaciones de telefonía móviles, o a los sistemas de emparejamiento geolocalizados o el valoe de las animaciones a partir de imágenes simples para transmitir significados a través de las comunicaciones móviles.
- 11. Aunque esta tesis no se ocupa de la estética de las plataformas en particular, ni de los sistemas digitales interactivos en general, debo aclarar mi postura sobre el valor estético de los sistemas. Como miembro de la Facultad de Artes y Comunicación de la Universidad de Malmö, creo que la estética de los sistemas digitales (y, por extensión, de la vida) no se basa en una concepción tradicional de la belleza, sino en el atractivo sensual de un artefacto, un proceso o una situación. La estética, vista de este modo, está fuertemente contextualizada y no siempre es generalizable. Así, podría encontrarme explorando temas como la "estética de la suciedad", la "estética de la interacción" con una interfaz de usuario o la "estética de los flujos de personas en espacios públicos". Como el lector puede imaginar, este tema es demasiado amplio para explorarlo aquí.
- 12. El término 'bloque' se utiliza de forma extensiva en la producción de electrónica modular. De ahí la serie de ladrillos programables de Lego, de los que el RCX fue el primero. Creados originalmente por el MIT Media Lab, los ladrillos programables de Lego son sistemas de microcontroladores que se pueden reprogramar desde un ordenador para que la gente construya sus propios artefactos.
- 13. En el mundo del código abierto, la gente produce el código que necesita para sí misma y luego lo comparte, pero como aún es pronto, se espera que las necesidades de una persona sean las necesidades de varias personas a la vez. En este sentido, algunas personas pueden anticiparse a las necesidades de otras, no es que puedan ver el futuro, pero sus necesidades son similares por razones históricas.
- 14. Arduino Verkstad AB es la rama sueca de la empresa Arduino LLC. En 2018 cambió su nombre por el de Arduino AB. SandS es el proyecto "Social and Smart: Social housekeeping through intercommunicating appliances and shared recipes merged in a pervasive web-services infrastructure" (Social e inteligente: mantenimiento del hogar social a través de electrodomésticos intercomunicados y recetas compartidas fusionadas en

una infraestructura omnipresente de servicios web.) (subvención 317947) que se desarrolló entre 2012 y 2015 (http://www.sands-project.eu/). PELARS es el 'Practice-based Experiential Learning Analytics Research and Support' (Investigación y apoyo al aprendizaje experimental basado en la práctica) (subvención 619738), que se desarrolló entre 2014 y 2017. (http://www.pelars.eu/).

15. Véase el Capítulo 4 para las definiciones completas de investigación activista, las cuales, según Hale 2001, aspiran a desarrollar una tercera categoría de investigación, híbrida que debería llamarse 'investigación básica orientada al usuario'.

2 Marco teórico

Este capítulo trata sobre el marco teórico desarrollado para apoyar mi investigación sobre las plataformas. En mi caso, se trata de un corpus de investigación compuesta elaborado a través de la participación activa en la construcción de sistemas digitales durante un periodo de unos quince años. Algunos de esos sistemas, que llegué a llamar plataformas, han llegado a tener éxito, mientras que otros desaparecieron casi tan rápido como se construyeron. Las siguientes secciones introducen una serie de conceptos que aclaran las premisas subyacentes de mi investigación durante el desarrollo de los proyectos que se presentan en esta tesis recopilatoria.

El capítulo examina primero las observaciones y luego las ideas preconcebidas. La sección sobre observaciones recoge la bibliografía utilizada para construir una comprensión de las plataformas, así como las cajas de herramientas etnográficas y de diseño que requieren. La sección sobre preconcepciones introduce los conceptos clave que ayudarán a los lectores a navegar por los proyectos y a comprender el nivel de acabado y participación que ofrece cada uno de los casos. Así, mientras que la sección de observaciones examina diferentes puntos de vista teóricos fundamentales en la construcción de una comprensión de los sistemas complejos contemporáneos como las plataformas, la sección de preconcepciones explora y discute mi propio marco de trabajo. Evolucionando bajo la premisa de ser un trabajo incompleto, mucho después de la publicación de los diversos trabajos, este marco preconcebido será articulado, cuestionado y transformado.

De las redes a las plataformas

Desde una perspectiva puramente técnica se podría afirmar que las redes no son más que una serie de ordenadores (clientes y servidores) que intercambian información (a través de protocolos) y almacenan los datos (en bases de datos) para su uso posterior. Sin embargo, ésta es una definición muy restringida de cómo ver los sistemas contemporáneos. Los clientes son ahora omnipresentes, mientras que los servidores se han diluido con el almacenamiento en la nube. No es sólo la tecnología lo que ha cambiado, pasando de una serie de artefactos discretos a una especie de continuo. El término "pervaisvo" infiere que la tecnología está siempre ahí, siempre activa, en nuestros bolsillos, normalmente en forma de teléfono móvil. La tecnología no es más una "ventana a un mundo virtual" que un axón del cerebro de la nube que nos conecta permanentemente a una base de datos.

Las personas forman ahora parte del continuo. Hemos redefinido nuestro papel y convertido en uno con la "máquina distribuida" en la que se ha convertido la red en los últimos años. Ya no interactuamos con los demás utilizando el sistema como un vehículo, porque las affordances (Gibson 1986, cap. 8; Gaver 1991; Fry & Reas 2007, 554; Kaptelinin & Nardi 2012) del artefacto permiten una mejor interacción e integración. [^1^](#fn1){#fnref1.footnoteRef} Más bien, interactuamos como parte del sistema, una parte regulada que solemos llamamos "plataforma",

cuya red subyacente se diluye ahora en la nube.

Para evitar un discurso determinado por dicotomías, en la siguiente genealogía hago hincapié en cambio en latransformación histórica de las terminologías y la comprensión de la relevancia de la tecnología en el ámbito de la creación de plataformas. Mi objetivo es llamar la atención sobre una modalidad de diseño más que sobre las oposiciones en las formas existentes de crear tecnologías para las personas.

De la accesibilidad a la democratización

El aumento de la accesibilidad de infraestructuras de comunicación como la telefonía o Internet se denomina comúnmente "democratización", un proceso que Alexander et al. (1977, 73) estudiaron a través de la descentralización del poder en las comunidades, mientras que Ehn (1988, 247) ha estudiado el ejemplo más concreto del espacio de trabajo con la introducción de los "artefactos informáticos". La palabra democracia, del griego demo y kratos, "puede referirse al poder (kratos: literalmente, "agarre") del demos en el sentido de su capacidad para actuar' (Lane 2014, 55). Demos puede referirse tanto a 'el pueblo' como a 'la gente común' ('los muchos' o 'la multitud'). Como menciona Lane (2014, 87), se trata de un término ambiguo, lo que es tanto una debilidad como una fortaleza. Esta dualidad deja a la democracia como un término que podría referirse a dar igual poder y derechos a todos los niveles de la sociedad, pero igualmente al poder que los muchos pueden ejercer sobre los pocos. La democratización es, por tanto, un término que utilizo para hablar de dar diferentes niveles de acceso al público.

La relación entre tecnología y democracia puede verse desde diferentes perspectivas. Por un lado, un mejor acceso a la tecnología aumenta el debate social y la participación de los individuos en la gobernanza (Sun & Barnett 1994), esto significa que hay una mayor posibilidad de que surja un proceso democrático en las sociedades altamente conectadas. Aunque el estudio de Sun y Barnett se limitaba a la telefonía fija redes de comunicación, $[^2]^{(\# \text{fn2})}$ otros como como Cubitt (2014) mencionan que la evolución de las redes de datos es importante para la participación democrática. Podría argumentarse que si este vínculo entre la tecnología y el proceso democrático proporciona a más personas un mayor acceso a las tecnologías de la comunicación fundamentales, es un acto de democracia. No sólo es relevante el acceso, también lo es la posibilidad que ciertas tecnologías ofrecen para la creación de conocimiento. El código abierto y el software, junto con las técnicas más recientes de hacking de hardware y los modelos de licencia de hardware abierto, establecen un "nuevo conjunto de oportunidades para la democratización del conocimiento' y 'desarrollan nuevas formas de ciudadanía tecnológica' que afectan incluso a la producción de productos industrializados (Powell 2012).

Podemos encontrar un contraargumento en la obra del filósofo Andrew Feenberg sobre la democratización de la tecnología (2001). Desde una perspectiva

neomarxista, Feenberg defiende la opinión de que deberíamos encontrar una forma de racionalizar el desarrollo tecnológico para que pueda integrar puntos de vista y valores sociales alternativos. Sus primeros trabajos sobre el tema podrían llevar al lector a creer que está en contra de la idea de que difundir la tecnología en la medida de lo posible sea un acto de democracia; sin embargo, en posteriores publicaciones su punto de vista es más claro. Así, en su libro de 2010 Racionalización democrática sostiene que el desarrollo y el impacto de la tecnología son "intrínsecamente sociales" y que la democracia tiene que extenderse a los "dominios técnicamente mediados de la vida social" para que no desaparezca (Feenberg 2010, 6).

La democratización, filtrada a través del discurso de Feenberg, está vinculada a la accesibilidad, que se refiere a hacer que la tecnología esté presente en los contextos en los que se necesita. Los datos empíricos sugieren que la accesibilidad podría incrementarse dejando que los usuarios se apropien de la infraestructura, aunque sólo sea parcialmente, mediante esquemas híbridos de propiedad y explotación (Baig et al. 2016; Saldana et al. 2016). Mientras que la accesibilidad se ocupa de la propiedad la democratización se refiere a los derechos del usuario a influir en la creación de la tecnología en sí. Los discursos contemporáneos sobre diseño y tecnología sugieren que nuestro enfoque de la democratización debería contemplar la creación de comunidades gobernadas horizontalmente de tamaño limitado (Alexander et al. 1977; Papanek 1988).

El eje de análisis de la accesibilidad y la democratización plantea un conflicto interesante que los diseñadores de plataformas tendrán que resolver: una comunidad distribuida tendrá más dificultades para acceder a economías de escala, ya que su poder de negociación en la actual economía de mercado se verá reducido. ¿Qué equilibrio puede alcanzarse entre el tamaño de la comunidad y escala tecnológica que genere una plataforma? Por otro lado, existen plataformas que no operan con este paradigma distribuido. ¿Cómo pueden las ideas de accesibilidad y democratización en las plataformas en línea existentes, como Google o Facebook, donde lo que importa es el número de usuarios? Ampliando la pregunta a una escala global, ¿es una arquitectura distribuida realmente una solución viable para una sociedad totalmente interconectada?

De redes distribuidas a actores interdependientes

Una visión diferente de la democratización procede de Saldana et al. (2016). Como ingenieros, su visión de la democratización del acceso a diferentes tipos de redes es abrirse a la creación de toda una nueva gama de servicios basados en modelos económicos y de propiedad alternativos. El aspecto más relevante aquí del estudio de Saldana de las tecnologías utilizadas en lugares remotos ubicaciones o lugares en los que a las grandes corporaciones ofrecer acceso a las redes de datos digitales, es cómo una variedad de partes interesadas intervendrán y compartirán la compra, el despliegue mantenimiento y explotación de las distintas redes. Además, tales despliegues permiten diferentes modelos de negocio, así como compartir mecanismos de propiedad que distribuyen el poder

de las redes de forma diferente. Al contemplar una tecnología desplegada de este modo, le otorgamos a la misma una agencia similar a la humana. Este cambio en la comprensión de la agencia se denomina a menudo "giro material", "nuevo materialismo o el 'giro ontológico', dependiendo de la escuela de pensamiento (Pellizzoni 2015, 72). El 'giro material' se refiere al análisis de conjuntos complejos de no humanos y humanos, donde estos últimos no son privilegiados en términos relacionales. [^3](#fn3){#fnref3.footnoteRef} Esta combinación de distintos tipos de actores, sus relaciones entre sí entre sí, y los mapas de conexiones que pueden trazar los investigadores al describirlos, es también la idea central de la teoría del actor-red tal y como acuñada por Bruno Latour y otros (Law 1992; Latour 1996, 2006). La teoría del actor-red se ha aplicado a una amplia gama de casos diferentes en los que las tecnologías -como actores no humanos- comparten agencia con los humanos.

En un artículo sobre "La agencia de los ensamblajes y el apagón norteamericano", la politóloga Jane Bennett (2005) considera los sistemas como un ensamblaje de operadores (humanos) y máquinas (no humanos), donde la toma de decisiones se distribuye entre los dos grupos de actores. Según Bennett, una red es un ensamblaje de concentradores, conmutadores, servidores, pero también técnicos informáticos, usuarios y proveedores de servicios. La gobernanza de la red está controlada por una inteligencia colectiva, en la que tanto las máquinas como los humanos toman decisiones a la velocidad de la luz. Las redes analizadas por Saldana et al. (2016) tienen un tipo de agencia debido a la diferente naturaleza de los participantes en la gestión de los sistemas, que difiere de las redes más convencionales. Saldana et al. sugieren que las personas -entendidas en un sentido muy amplio para incluir a los usuarios finales, los pequeños empresarios y las autoridades locales- no vinculadas a grandes telecos pueden hacer uso de las tecnologías más avanzadas para crear su propia infraestructura de comunicación. Para ello pueden emplear tecnologías disponibles en el mercado (off-the-shelf) que son lo suficientemente buenas como para apoyar la creación de nuevas situaciones en las que acceder a productos y servicios en línea sea de algún modo más democrático.

Vistos desde la perspectiva de Bennett, los sistemas contemporáneos son tecnosociales y/o sociomateriales, no sólo hechos de cables y bits, sino de carne y sangre e intercambios sociales. Los mecanismos automatizados se entretejen con humanos en complejos bucles de retroalimentación en los que las decisiones se toman sobre la marcha sobre base a la información procedente de sistemas de medios mixtos. Su estudio del el apagón norteamericano de 2003 reflexiona sobre las cuestiones de la toma de decisiones, los ensamblajes hombre-máquina y los cambios espacio-temporales. Cuando se aplica a la idea de construir una red en una zona desfavorecida, la preocupación de Saldana et al., el aspecto social adquiere una dimensión aún dimensión más compleja, en la que las comunidades locales, representadas por partidos políticos, podrían introducir agendas socioeconómicas en la gobernanza de sistemas que ya están comandados por la tecnología y la cultura tecnológica.

Desde una perspectiva técnica, los datos etnográficos captados por Saldana et al. (2016) muestran cómo Internet es, en efecto, una red de redes. En ese sentido, nos encontramos ante una red técnica distribuida con diferentes modelos de sostenibilidad y gobernanza según el caso. Desde la perspectiva de la teoría del actor-red, lo que vemos es una serie de relaciones entre actores: los usuarios, los empresarios, la red maquinaria, la red eléctrica e incluso los hitos geográficos que determinan la naturaleza distribuida de la red técnica. La teoría del actorred se convierte en una herramienta con la que trazar complejas situaciones en las que coexisten muchos actores interrelacionados, que en virtud de su agencia todos contribuyen a hacer del actor-red lo que es.

De los sistemas incorporados al IoT incorporado

La estudiosa de la literatura N. Katherine Hayles (2009) va más allá de la visión global de los sistemas en su análisis de la identificación por radiofrecuencia (RFID) como trampolín hacia la mayor plataforma en ciernes de todas: el Internet de las cosas. La RFID es un sistema basado en etiquetas que pueden incrustadas en casi cualquier cosa y lectores que pueden identificar las etiquetas a distancia mediante el envío de una señal de radio. Las etiquetas RFID proporcionan una forma de equipar las cosas con identificadores únicos -una especie de número de pasaporte- y esto confiere un nuevo tipo de agencia a las cosas. Ya no es una cosa, es la cosa de la que estamos hablando. La identificación única forma parte de la naturaleza humana (aunque no sólo nuestra, ya que los animales también la tienen) que ahora podemos transferir a los objetos inanimados. Para Hayles, una cosa es un dispositivo inteligente con algún tipo de capacidad informática distribuida. La RFID es distributiva por naturaleza y convierte los objetos en cosas. Esto conlleva ello una transformación de nuestra comprensión del mundo: nos estamos alejando de una comprensión basada en la tríada humano-animal-máquina a una filtrada a través de la lente de una nueva tríada de humano-animal-máquina. una filtrada a través de la lente de una nueva tríada de humano-animal-cosa. La definición de cosa de Hayles es, en este sentido, de vital importancia. Las cosas son un nuevo tipo de objeto con propiedades de doble capa, ya que tienen una realidad física pero también una virtual, y ambas no siempre están unidas. [^4^](#fn4){#fnref4.footnoteRef} Las cosas están hechas de 'sensores, comunicadores y actuadores' (Hayles 2009, 57), en los que los comunicadores se refieren a la "nueva" capacidad que tienen las cosas para hablar con otras cosas dentro de sistemas en red. Comunicador es, por tanto, una etiqueta interesante para referirse a un dispositivo inteligente comercial que dará a los sensores y actuadores disponibles en el mercado la capacidad de intercambiar información con otros sistemas de sensores y actuadores dentro de la misma red.

La promesa de los sistemas de comunicación que funcionan con Internet no se detiene ahí. Mediante esta tecnología, los dispositivos se conectan a otros dispositivos fuera de sus redes de origen; los datos son recogidos por terceros; y se extrae información de patrones y eventos, para ser cosechada a partir de flu-

jos de datos (Brody & Pureswaran 2014). Los sensores-actuadores integrados -aparatos mejorados electrónicamente que pueden ir desde un ordenador portátil en nuestro bolsillo hasta una red de vigilancia meteorológica que cubra toda una región- cuando se aumentan con los comunicadores de Hayles, constituyen las Internet de las cosas. Aunque la potencia de los sistemas integrados es tal que siempre están encendidos, ahora también estarán siempre conectados. En mediados de la década de 2000, el jurista Lawrence Lessig (2004, 297) fantaseó con la idea de tener sistemas siempre encendidos y siempre conectados. Llevándolo aún más, el autor de ciencia ficción Bruce Sterling acuñó "SPIME para describir objetos fabricados con una capa informativa tan rica que se denominarían"instancias materiales de un sistema inmaterial" (2005, 11). Menos de 15 años después, con la IO implementándose en escenarios reales, la conexión permanente, caracterizada por capas de sistemas de metadatos, ya se está extendiendo por todo el mundo. Se trata de una nueva realidad, un giro material distribuido donde cualquier cosa y cualquier persona puede tener una representación virtual siempre activa en forma de la tríada humano-animal-cosa. $[^{\bar{5}}](\# \text{fn5}) \{\# \text{fnref5.footnoteRef}\}$ Los dos paradigmas informáticos predominantes de omnipresencia (siempre con usted) y ubicuidad (incrustado en todas partes) han adquirido una nueva definición: incrustado en todas partes. La tecnología está incrustada en el cuerpo; la cosa se convierte en una con el ser vivo. Según Redström (2001, 213), llevar el concepto de informática ubicua al extremo y todo lo que hacemos puede considerarse escritura (como escribir datos en el sistema). Cuando llevamos tecnologías relacionadas con la IO, estamos escribiendo todo el tiempo, cuando nos nos movemos, cuando hablamos o cuando tocamos otras cosas.

Profundizando en este conglomerado de carne y bits, cables e intercambios, podemos preguntarnos si es esta naturaleza híbrida la que hace que una plataforma. ¿Es la IO una plataforma? Si es así, ¿cuál es el papel que los humanos desempeñan en ella? ¿A quién pertenece la plataforma: a los usuarios y sus dispositivos o a los desarrolladores y sus servicios? ¿Cómo funciona la autoría en una plataforma y ¿quién es el propietario de lo que se produce en ella? Algunas de estas preguntas pueden respondidas explorando más a fondo la literatura existente sobre el tema, mientras que a otras sólo se les puede dar respuestas más especulativas, ya que son aún desconocidas. Comenzaré explorando el significado de la palabra plataforma.

Del cambio tecnológico al intercambio intermediario

El término "plataforma" se ha utilizado ampliamente como parte de un trabajo discursivo, principalmente por las diferentes connotaciones de la palabra, para dar cabida a todo tipo de puntos de vista. Una plataforma puede entenderse como algo técnico, como un lugar desde el que dirigirse a un público o como un momento de oportunidad. Incluso tiene una connotación figurativa, convirtiéndose en un espacio metafísico "para la oportunidad, la acción y la perspicacia" (Gillespie 2010). Es Gillespie quien ofrece la mejor descripción de lo que una plataforma se ha convertido en la historia contemporánea: "El

término "plataforma" ha surgido recientemente como un término cada vez más familiar en la descripción de los servicios en línea de los intermediarios de contenidos, tanto en sus autocaracterizaciones como en el discurso público más amplio de los usuarios, la prensa y los comentaristas". Las plataformas crecen sobre redes, y más específicamente redes de datos que se aprovechan de los intermediarios de contenidos en línea intermediarios. Gillespie estudia YouTube, un sistema que no crea contenidos por sí mismo, sino que recopila contenidos creados por los usuarios y comisariados mediante mediante algoritmos controlados por máquinas y caracterizados por las preferencias.

El término plataforma es a la vez lo suficientemente específico para significar algo y lo suficientemente vago lo suficientemente vago como para funcionar en múltiples ámbitos. Gillespie agrupa los diferentes significados de la palabra en cuatro categorías: computacional, arquitectónico figurativo y político. Como término computacional, es "una infraestructura que apoya el diseño y el uso de determinadas aplicaciones'. Como término arquitectónico, 'describe estructuras físicas construidas por el hombre o estructuras físicas formadas naturalmente'-parece ser la combinación de los términos franceses 'platte' y 'fourme' que se traduce como 'forma plana'. Como término figurativo, una plataforma se convierte en un '[material] metafísico para la oportunidad, la acción y la perspicacia'. Como término político 'generalmente implicaba una especie de neutralidad hacia el uso: las "plataformas" son típicamente planas sin características y abiertas a todos'.

A ese conjunto de características comunes, yo añadiría la idea de comunidad, definida como un "ámbito de práctica" construido sobre "conexiones descubiertas en el curso de la experiencia cotidiana" (Feenberg 2007, 28). Las plataformas como sistemas emergentes pueden nacer de un proceso de innovación social, en el que una comunidad fomente la creación de un sistema que se adapte a sus necesidades, pero donde también podría haber un interés puramente económico en su creación como sugieren Plantin et al. (2016) en su análisis de Google y Facebook. Esta idea de un doble origen de las plataformas también puede encontrarse en Saldana et al. (2016) al examinar los distintos tipos de redes socioeconómicas que pueden formarse sobre una red de red de comunicación: algunos de sus casos son ascendentes (más centrados en la comunidad) mientras que otros no son más que adaptaciones ingeniosas de los modelos de sistemas corporativos más tradicionales para adaptarse a una situación o necesidad. Gillespie (2010, 350) insinúa la idea de comunidad cuando explica cómo una plataforma "sugiere un acuerdo progresista e igualitario progresista e igualitaria, que promete apoyar a quienes se suban a ella". Lleva esta línea aún más allá al analizar qué hace que los sistemas informáticos se conviertan en plataformas informáticas. En concreto, afirma que una plataforma computacional es la base técnica 'sobre la que [l]os demás programas se ejecutarán'; pero lo que las convierte en plataformas no es que 'permitan permitan escribir o ejecutar código, sino porque ofrecen una oportunidad para comunicarse, interactuar o vender'. Este aspecto comunitario se vincula entonces a la idea de plataforma como término político. Las comunidades se regidas por contratos sociales (términos y condiciones o códigos

de conducta) y lo mismo ocurre con una plataforma política; lo que hace falta es un conjunto de creencias sobre las que construir sobre ellas (Gillespie 2010).

De nuevo, Gillespie explora en profundidad algunos de los atributos relevantes de las plataformas, entre los que la propiedad "sin rasgos" de una plataforma parece ser uno de sus puntos fuertes: una plataforma "es anticipatoria, pero no causal ... implica una neutralidad con respecto a la actividad" (2010, 350). Esta afirmación plantea una serie de preguntas sobre la relación entre neutralidad y características. ¿Acaso las plataformas que cubren el mismo espacio de diseño compiten en términos de características (ya sean técnicas o de cualquier otra forma) para sobrevivir? ¿Es esa neutralidad sólo un aspecto, que sólo se observa durante el establecimiento de una plataforma? ¿Hasta qué punto una plataforma como Facebook o Google es neutral? ¿Existe alguna diferencia entre las grandes plataformas y las pequeñas?

La cuestión de la neutralidad es abordada por Feenberg (2010, 6) cuando afirma que "las formas modernas de hegemonía se basan en un tipo específico de mediación técnica". En el estado actual de las cosas, la tecnología sirve a intereses específicos en lugar de a los intereses del "pueblo", y por tanto no apoya la democracia a menos que se produzca un cambio radical. En última instancia, Feenberg plantea la cuestión de si la tecnología, por definición, puede ser democrática. Sugiere que, a menos que se produzca un cambio en la forma de aplicar la tecnología, la democracia simplemente se desvanecerá. Se trata de una situación catch-22, ya que para apoyar la democracia necesitamos una forma más democrática de crear tecnologías. Concluye con un mensaje de esperanza: "La tecnología puede ofrecer más de un tipo de civilización tecnológica. Aún no hemos agotado su potencial" (Feenberg 2010, 29). Tal vez, como dice Powell (2012), el 'hacking de hardware', con su capacidad para influir en la producción de productos industriales, puede ser el movimiento radical que Feenberg insinúa para hacer que la tecnología sea más democrática.

Del programa a la responsabilidad

Para el desarrollador de software y empresario Marc Andreessen, conocido como el coautor del navegador Web Mosaic, entre otras cosas, una plataforma es algo que se puede programar, y si no se puede entonces no se debe llamada plataforma. Su definición se acerca mucho a la de Gillespie 'plataforma computacional', como hemos visto. Por otro lado, si uno lee el artículo de Andreessen de 2007 'Los tres tipos de plataformas que se encuentran en Internet' y sigue su argumentación en profundidad, es evidente que tiene una visión clara de lo que debe ser una plataforma informática en términos de su oferta paraprincipalmente-desarrolladores. Pero se trata de una afirmación hecha por una persona que dedica su tiempo a la creación de plataformas de programación en línea plataformas. Esta idea de la programabilidad como propiedad básica de las las plataformas ha calado también en un discurso más académico. Por ejemplo, la investigadora holandesa Anne Helmond, al examinar la infraestructura de plataformas de medios sociales, describe la "platformatización" como la in-

troducción de capacidades de programación en la web, y más específicamente la "programabilidad de las plataformas de medios sociales para la web (Helmond 2015).

Andreessen (2007) representa un discurso mucho más tecnocéntrico, ya que se dirige obviamente a un público totalmente distinto al de los autores considerados hasta ahora. No obstante, merece la pena mencionarlo para llamar la atención sobre el hecho de que existe todo un grupo de partes interesadas potenciales que tienen una idea clara de lo que constituye una plataforma y de lo que esperan de un proceso de diseño de plataformas. Para los diseñadores, es importante averiguar cómo abordar las necesidades de este tipo de usuario, que, siguiendo a Andreessen, tienden a no gastar palabras en los aspectos éticos, que según Feenberg (2001) deberíamos tener siempre en cuenta al abordar el diseño de nuevas tecnologías.

Los esfuerzos de investigación contemporáneos bajo la égida de la Unión Europea están ya están estudiando cómo deben diseñarse los sistemas para tener en cuenta los aspectos éticos. aspectos éticos. Por ejemplo, el proyecto de investigación de la UE "Virt-EU" está la cuestión de los derechos de los ciudadanos en la gestión de datos personales. datos personales. En un acto oficial del proyecto celebrado en la Universidad IT de Copenhague el 12 de enero de 2017 (Virt-EU Kick Off 2017), Alison Powell y Alessandro Mantelero presentaron a la audiencia la necesidad de incluir consideraciones éticas consideraciones en el diseño de los sistemas de IO. [^6^](#fn6){#fnref6.footnoteRef} Powell habló de nuestra posición como ciudadanos en este sísmico cambio sociotécnico diciendo que "las tecnologías de la dataficación, que están transformando nuestra vida cada vez más en datos, crean nuevas dinámicas y nuevas relaciones que pueden afectar a nuestra forma de ser ciudadanos ... Un buen ciudadano según estos procesos, es el que produce muchos datos'. (Virt-EU Kick Off 2017). Hay espacio para las personas que se ocupan de la idea de la dataficación de nuestra ciudadanía. Y aquí es donde la ética entra en juego. Powell aboga por reexaminar los principios de la la"ética de la virtud". Cree que provendrán de las personas que están desplegando las tecnologías. En su discurso de Copenhague, Powell introdujo el término 'virtuista', una persona que propone una serie de virtudes para que las personas prosperen, y que serán la base de una buena sociedad.

Mantelero, tanto en el evento de la Universidad IT (Virt-EU Kick Off 2017) como en una ponencia anterior (2016), se centró en cambio en los aspectos jurídicos de la adquisición, tratamiento y protección. En el centro de su presentación fue la evaluación del riesgo. En términos generales, se trata de un elemento que ha estado presente desde el advenimiento de la protección de datos de datos. Se basa en la idea de que la recopilación de datos creó una conciencia del riesgo de la vigilancia social y, por tanto, los organismos reguladores tuvieron que establecer una protección para los individuos. Su objetivo es estudiar las comunidades de IoT que existen y ver si los valores de las comunidades pueden aplicarse a la ley y viceversa.

En su ensavo "Algoritmos mortales" (2014), Susan Schuppli aborda el con-

cepto de responsabilidad algorítmica, y explica cómo "la toma de decisiones por sistemas automatizados producirá nuevas relaciones de poder para las que disponemos todavía de marcos jurídicos inadecuados o modos de resistencia". No parece optimista sobre nuestras posibilidades de identificar modelos de gobernanza válidos que aborden la cuestión de asambleas sociotécnicas que tomen decisiones potencialmente mortales por nosotros. Schuppli infiere que la sociedad tiene que experimentar una transformación significativa tanto para habilitar estas tecnologías como para establecer mecanismos de control, y eso requerirá de un mayor nivel de participación. Plantea una pregunta abierta sobre el tipo de asamblea social capaz de controlar estos desarrollos tecnológicos avanzados, especialmente en situaciones en las que la propia información puede ocultarse al público por razones de seguridad nacional". Powell y Mantelero, al examinar los los ensamblajes sociomateriales, no sólo están diciendo que nosotros, el público, nos convertimos en datos que alimentan a una serie de intermediarios supranacionales que se benefician de esos datos, sino también que las asociaciones de personas -las comunidades- están actualmente desprotegidas como grupo. Mientras que los derechos individuales parecen estar cubiertos por los marcos jurídicos contemporáneos, los derechos de grupo no lo están no. [^7^](#fn7){#fnref7.footnoteRef} Por extensión, los sociomateriales asambleas no están cubiertas por las mismas normas que protegen a los a los individuos. La tesis de Powell y Mantelero es que debemos apoyar la autorregulación de los conjuntos incluyendo la consideración de los a la hora de diseñar plataformas. Su trabajo es más reciente que el de el de Schuppli, y parecen buscar soluciones a los problemas que ella describe.

De la usabilidad a la participación

Björgvinsson et al. (2012) definen "Cosas" presentando el término en contraste con el objetivo tradicional del diseño industrial de la producción de objetos. La "comunidad del diseño [ha de] pasar de diseñar"cosas" (objetos) a diseñar Cosas (conjuntos sociomateriales)" (102). En construir su propia visión sobre el tema, encuentran que la 'etimología de la palabra inglesa "thing" revela un viaje desde el significado de una asamblea social y política, que tiene lugar en un determinado momento y en un lugar determinados, hasta el significado de un objeto, una entidad de materia" (102). En cierto modo, el concepto de Cosas reivindica el significado de las cosas, creando un nuevo supertérmino que incluye tanto la antigua y las nuevas etimologías en uno solo. Esta redefinición del término debe contextualizada dentro del discurso general de cómo los diseñadores deben participar en procesos de cocreación, abordando los retos de la sociedad a través de los procesos iterativos prácticos en los que se crean prototipos. Su paso de las cosas a las Cosas está directamente relacionado con la idea de tener que que pasar de diseñar herramientas a diseñar plataformas. Los diseñadores, según argumentan, deben considerar la sostenibilidad del diseño y pensar más allá de el proyecto específico "hacia las futuras partes interesadas como diseñadores (Björgvinsson et al. 2012, 102). Esto lo definen como"infrastructuración": un proceso de diseño que se centra en los bloques de construcción que conforman

un nuevo sistema complejo, entendido como una amalgama de productos y servicios para que las partes interesadas lo ensamblen. La infrastructuración tiene un fuerte elemento de participación en lo que se considera un diseño situado y continuo proceso, de ahí la referencia a la formación cultural de las Cosas. La cuestión es si los diseñadores pueden seguir este enfoque y si existen herramientas metodológicas para fomentar o facilitar la participación.

Un posible enfoque sería utilizar la "sostenible" interacción persona-ordenador interacción como la presentada por Raghavan y Pargman (2017). Su sugerencia es utilizar la "desintermediación" -el rediseño de los sistemas para eliminar intermediarios-como forma de simplificar el acceso a productos y servicios, pero también para simplemente abaratar las plataformas. Hay que entender que no todos los intermediarios en los montajes son malos. El "puntualizaciones" -o proceso de representar toda una red de recursos con un único nodo-, tal y como lo describe Law (1992), se puede entenderse como la adición de un intermediario entre el actor y los recursos, ofreciendo simplicidad a cambio de control. $[^8](\# fn8) \{\# fnref8.footnoteRef\}$ Un ejemplo de tal desintermediación es el caso descrito por Law y Mol (2001) de la bomba de arbusto de Zimbabue, en el que el diseño de la bomba se dejó abierto para que la gente pudiera utilizarla en la forma que considerara conveniente. En ese caso la desintermediación está clara en el hecho de que cualquiera podía fabricar su propia bomba a partir de un modelo genérico, que con unos pequeños retoques podría ser adaptarse para satisfacer cualquier demanda; no sería más fácil de usar, sino más fácil de 'piratear'. Por el contrario, Akrich (1992) presenta el caso de las lámparas alimentadas por energía solar lámparas, en el que un sistema complejo se 'puntualizó' en lo que al principio parecía una solución técnica muy sencilla. Sin embargo, resultó ser sencilla sólo a un nivel superficial. Debido a la puntualización específica en este caso el tipo de conectores entre la lámpara y la batería y la longitud fija de los cables, la lámpara era difícil de instalar y no siempre utilizable. Aquí, el intento de evitar que los usuarios dañaran accidentalmente el equipo o a sí mismos mediante el uso de diseños estandarizados-pero-propietarios diseños hizo difícil que los electricistas locales instalaran y mantuvieran la tecnología. Esto es lo contrario de un proceso desintermediado: una entidad que diseña para un grupo de usuarios no pudo producir el diseño exacto que necesitaba, y como no fue posible adaptarlo sobre el terreno, el diseño no no funcionó como se quería.

Estos dos ejemplos hablan de la accesibilidad del diseño, la agencia y la omnipresencia de la tecnología. La infrastructuración como proceso de "alineación de cosas públicas socio-materiales" (Björgvinsson et al. 2012, 108) consiste en permitir la participación en el diseño, y así es como este concepto de diseño de cosas enlaza con el diseño de plataformas de una manera fluida. El carácter genérico y sin características de las plataformas, del que habla Gillespie (2010) habla, es de vital importancia para facilitar un proceso de diseño suficientemente abierto y continuo. Para que el nuevo sistema sea algo, no puede ser demasiado específico. Sin embargo, si se le presiona demasiado sus cualidades genéricas pueden convertirse en estándar, con poco o ningún margen para la toma de decisiones o la adaptación locales.

Un método para abordar el potencial de un proceso democrático en plataformas podría ser la aplicación de mecanismos de retroalimentación por diseño que permitan una participación continua. Las plataformas, debido a su componente tecnológico, son capaces de implementar bucles de retroalimentación. Wiener (1989 [1950], 61) describe la retroalimentación como un "método para controlar un sistema reinsertando en él los resultados de su actuación pasada'; es es un 'complicado proceso de discriminación, regulado por el centro de control como un sistema lógico o matemático'. De hecho Wiener describe la 'retroalimentación política' como el tipo de retroalimentación que produce un reflejo condicionado o un proceso de aprendizaje (1989 [1950], 33). La retroalimentación es una parte importante de la infrastructuración, al igual que el el aprendizaje. Las ideas de Wiener son exportables a cualquier tipo de (no)humano ensamblaje, y por tanto contribuyen a la idea de cambio continuo a través de la participación que debe regir la creación de las cosas. Por tanto, la participación no sólo es importante durante la fase de cocreación, sino también una vez desplegada la plataforma. La posibilidad de mantener metaconversaciones sobre plataformas en las que incluso se cuestione la naturaleza de la plataforma se cuestiona se abre a la creación de códigos de ética y modelos de gobernanza comunitaria, que podrían cuestionar las intenciones originales de los creadores de la plataforma en cuanto a cómo debe manejarse. Esta aplicación del concepto cibernético de la retroalimentación bucle plantea otras cuestiones interesantes una vez que la agencia se traspasa al componente no humano del ensamblaje. Si, como dijo Rouvroy (2013) de la gubernamentalidad algorítmica, la inteligencia artificial (IA) está constantemente funcionando en bucles de retroalimentación que modifican las respuestas no humanas en tiempo real, ¿cómo se sopesarían los bucles de retroalimentación no humanos frente a los humanos? Presumiblemente cuestionarían algunas de las funciones humanas en el ensamblaje, como la capacidad de comisariar o resaltar aspectos que podrían considerarse de mayor relevancia para los usuarios. Boden (2017, 31) sugiere introducir la heurística por diseño en el ensamblaje para que el sistema anticipe en qué casos el humano o el no humano debe contar primero en caso de conflicto. Tales sistemas afectarían a la participación y la gobernanza, desplazándolas potencialmente de estar impulsados por el discurso a ser puramente impulsados por los datos. Algunos de estos retos se explorarán más adelante, mientras que otros forman parte del discurso actual de la agencia de los actores-redes, y por tanto ya se detallan en la literatura.

Ideas preconcebidas

Las ideas preconcebidas, punto de partida del presente estudio de las plataformas, son ideas germinales que posteriormente serán cuestionadas y aumentadas por la experiencia. Inicialmente, consideré el desarrollo tecnológico como un proceso de ampliación desde la microescala de una herramienta a la macroescala del papel desempeñado por esa herramienta como algo más grande y generalizable. [9] [#fnnef9.footnoteRef} Empecé con la idea de que las herramientas podían crecer orgánicamente hasta convertirse en plataformas

mediante la adición de otros procesos y herramientas. Uno de los casos en los que aún estoy trabajando, la cocreación en 2005 de la plataforma Arduino me animó a creer que las plataformas podían construirse lentamente y sostenerse fácilmente. Esta idea preconcebida de cómo podía ser la creación de plataformas ser se basaba en una única experiencia y, por tanto, estaba desvinculada de otras realidades. Tratar con plataformas hoy en día, en el contexto de la economía de mercado economía de mercado, exige que uno mire siempre las métricas, comprobando constantemente comprobando el rendimiento de la propia plataforma en comparación con otras del misma esfera. Es un ejercicio de números: crear herramientas para mejorar los números, y analizando constantemente lo que otros han hecho para obtener mejores resultados. Hacer que las cosas sean mensurables es un fin en sí mismo en la economía de mercado economía de mercado, y es algo que he aprendido en la creación de la empresa Arduino empresa, a su vez una evolución de la plataforma Arduino. Las métricas son los umbrales de las mediciones que desencadenan otros acontecimientos. Una empresa como una plataforma, está dirigida por un simple algoritmo ejecutado en un conjunto socioeconómico con métricas que comprobamos en todo momento para garantizar que su comportamiento y rendimiento son los esperados. Cuanto mayor sea el sistema, más relevante resulta diseñar algoritmos para dirigir esta expansión de forma eficaz.

Mi idea preconcebida era estudiar los ensamblajes desde el punto de vista de su tamaño, entendido como expansión, y su rendimiento, y eso es lo que presentaré aquí. No existe una forma lineal de abordar la clasificación de los sistemas, excepto quizá por el tamaño total del conjunto. Eso nos da una escala que va desde la herramienta (la más pequeña) pasando por caja de herramientas, kit y plataforma, hasta infraestructura (la mayor), como se presenta -por orden- en la sección siguiente. Existe la oportunidad de promulgar el poder que conlleva el tamaño si el número de usuarios de un conjunto no es demasiado grande, pero puede que no sea conveniente invertir los recursos para desarrollar una plataforma que lo sustente, lo que a su vez podría limitar también su capacidad de expansión, su accesibilidad o incluso su gobernanza. Como se verá, el análisis del tamaño no es el único factor que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar plataformas.

Herramientas

Según el Oxford English Dictionary, una herramienta es 'una cosa utilizada para ayudar a realizar un trabajo' o 'un artefacto ... utilizado para llevar a cabo una determinada función'; definiciones que son aplicables a todo tipo de artefactos materiales o inmateriales, y por tanto al software e incluso a los procesos. [^10^](#fn10){#fnref10.footnoteRef} El psicólogo James J. Gibson (1986, 40) da su propia definición de herramienta, y resume en una frase lo importantes que son las herramientas, hasta el punto de que tener acceso a las herramientas puede haber afectado a nuestra evolución: "Las herramientas son objetos

desprendidos de un tipo muy especial. Son asibles, portátiles, manipulables y normalmente rígidos... los humanos son probablemente los únicos animales que fabrican herramientas y son seguramente los únicos animales que caminan sobre dos pies para mantener las manos libres". Aunque las investigaciones han demostrado que otras especies sí utilizan herramientas (Furlong et al. 2008), sigue siendo correcto afirmar que los humanos son mucho más hábiles en el uso de herramientas. Esta superioridad en el uso de herramientas se debe a nuestra capacidad para adquirir el lenguaje (Stout & Chaminade 2009).

Pelle Ehn (1988, 392), especialista en diseño de interacción, al considerar la categorización de Ole Thyssen de los instrumentos humanos distingue entre 'cuerpo, lenguaje, instituciones sociales e instrumentos propiamente dichos'. En cierto sentido, cuando hablo de herramientas, me refiero a lo que Ehn describe como 'herramientas propiamente dichas': la fisicalización del trabajo y el conocimiento. Las herramientas se 'diseñan, construyen, mantienen y rediseñan ... el diseño y el uso de herramientas en este sentido está interrelacionado con los demás instrumentos: nuestros cuerpos, nuestras lenguas y las instituciones sociales en las que vivimos'. Ehn va más allá, recurriendo a Heidegger, Marx y Wittgenstein para construir su aparato teórico. Examina las relaciones entre nuestra comprensión del mundo en términos prácticos, nuestra relación con el trabajo, y el uso de los juegos del lenguaje. Cree que los tres enfoques consideran que los usos prácticos de las herramientas son fundamentales para la práctica. Cuando tenemos la habilidad para manejarla, una buena herramienta, a los ojos, se convierte en una extensión del cuerpo: "es transparente para nosotros; algo que nos permite tener una conciencia focal sobre la tarea o sobre el material con el que estamos trabajando" (1988, 393). Más adelante en su carrera, Ehn pasó a investigar el paradigma del proceso (Björgvinsson et al. 2012), al que volveré más adelante.

Cuando se combinan, las herramientas tienden a confirmar el dicho de que el todo es mayor que la suma de sus partes. Por ejemplo, mientras que un martillo puede utilizado para clavar clavos y un buril puede utilizarse para grabar madera, martille la parte trasera de un buril desde el lado equivocado de una tabla y es posible clavar clavos sin dañar más la madera. Al utilizar dos herramientas juntas, las mejoramos añadiéndoles nuevas funciones. Las herramientas no tienen por qué ser objetos físicos. Pueden encontrarse en otros ámbitos. En términos jurídicos, por ejemplo, un contrato de alquiler es una herramienta utilizada para hacer cumplir una determinada relación entre los firmantes. Aunque sigue siendo concreto en términos lingüísticos términos lingüísticos, un contrato es abstracto ya que no afecta al mundo a través de una interacción directa con él. Puede haber un contrato para cavar un pozo, pero el contrato no es el que realiza la excavación real. Desde el punto de vista lingüístico, seguimos refiriéndonos a él como una herramienta que opera en el derecho, que al fin y al cabo se refiere a las relaciones establecidas entre los humanos, basadas en la la costumbre.

Hay otros ámbitos no físicos en los que podemos encontrar herramientas. Por ejemplo una herramienta de software podría definirse como una pieza de software

utilizada para realizar una tarea específica del mismo modo que definimos una física. Ejemplos de herramientas de software son los programas ejecutables para operar una transformada rápida de Fourier rápida de Fourier, software para editar vídeo o plantillas de hojas de cálculo válidas en un determinado país. Para Ehn (1988), los ordenadores los artefactos informáticos, ya sean hardware más software o sólo software, son herramientas; sin embargo, a diferencia de los demás, tienen un campo de aplicación, ya que deberían ser, según Ehn, "herramientas de artesanos" (1988, cap. 17). Si los artefactos informáticos son 'herramientas de artesanos', ¿dejan entonces de ser accesibles a todo el mundo? ¿Acaso otras herramientas, como el lenguaje, pensadas inicialmente sólo para artesanos, sólo con el tiempo ampliaron su público objetivo? Y si es así, ¿hasta qué punto la adopción generalizada de los ordenadores en todos los ámbitos de la sociedad contemporánea cambiado esta relación?

El argumento de Ehn, de orientación lingüística, puede parecer anticuado. Desde entonces, la sociología de la tecnología ha dado un "giro material", un giro que concede a las a las cosas materiales el mismo peso que a los humanos en los ensamblajes (Pellizzoni 2015, cap. 72). Algunas de esas cosas son materiales computacionales que se manejados por software, derivados de un constructo más abstracto: los algoritmos. Los algoritmos, tal y como los presenta Dourish (2016), se "materializan" como una herramienta o herramientas en forma de uno o varios paquetes de software ejecutables (o incluso partes de ejecutables). Algunas de las propiedades de las herramientas incluyen la capacidad de alterar el organismo mediante bucles de retroalimentación, lo que les permite responder directamente al entorno. Existe una clara diferencia entre una herramienta de este tipo, que es sensible al contexto, y, por ejemplo, un martillo.

Al hablar de problematizar los algoritmos, Schuppli infiere que necesitamos encontrar nuevas formas de pensar sobre el aspecto algorítmico de las herramientas. Como ella dice, tenemos 'una comprensión colectiva insuficiente de cómo ... se toman las decisiones' y cómo éstas conllevan nuevas relaciones de poder 'para las que todavía disponemos de marcos jurídicos inadecuados o modos de resistencia política' (Schuppli 2014). Se despliega un nuevo mundo en el que el control se ejecuta a través de la oscuridad, donde la falta de comprensión sobre el funcionamiento de la tecnología convierte a las personas en peones a controlar, convirtiendo el algoritmo en un mecanismo de control por la oscuridad. [^11^](#fn11){#fnref11.footnoteRef}; No son herramientas informáticas, además de extensiones del cuerpo, también sistemas de control? Aunque el ejemplo de Schuppli es extremo en cuanto al tema que trata -el asesinato de humanos por máquinas- la idea de control por proximidad puede extrapolarse a otros campos. En su conferencia sobre "La gubernamentalidad algorítmica y el(los) fin(es) de la crítica", Antoniette Rouvroy (2013) explica cómo algunos de los algoritmos de aprendizaje profundo no son sólo imposibles de comprender -ya que construyen sus propias categorías y mecanismos de decisión- sino también imposibles de criticar, ya que nunca podremos saber cómo clasifican los acontecimientos. Además, los algoritmos nunca se equivocados; simplemente ajustarán sus umbrales ante la llegada de un acontecimiento. En cierto modo, los algoritmos pueden cerrarse debido a las limitaciones de propiedad intelectual determinadas por sus creadores, o podrían ser simplemente imposibles de comprender, lo que los haría inadvertidamente cerrados.

La idea de ser cerrado puede compararse con el concepto de puntualización, por la forma en que se manifiesta. Si algo está cerrado, sus mecanismos internos nos resultan invisibles y se aplica el paradigma de la caja negra se aplica el paradigma de la caja negra: sabemos qué esperar, pero no sabemos cómo va a ocurrirá. De forma similar, la puntualización consiste en ocultarnos un proceso de nosotros debido a su complejidad, la frecuencia de su uso, etc. Cuando algo se vuelve omnipresente y su complejidad desaparece de nuestra vista, pasa pasa por la puntualización. Este concepto puede comprenderse mejor observando la evolución de los sistemas operativos. En su ensayo 'In the Beginning...Was the Command Line', Neal Stephenson (1999) presenta su viaje personal entre sistemas operativos a lo largo de varios años. Introduce la idea de pasar de la interfaz de línea de comandos (CLI), donde todos los comandos deben introducirse tecleando sus nombres en un cuadro de texto, a interfaces gráficas de usuario (GUI) donde la mayoría de las interacciones se realizan dentro de una interfaz visual bidimensional. Los sistemas operativos contemporáneos sistemas operativos han pasado por una puntualización, por la que la GUI se ha convertido en la interfaz predominante, o "sistema de metáforas", con las distintas herramientas del sistema. Esto oculta la complejidad del artefacto y lo hace más accesible. Aunque Stephenson debe considerarse un informático artesano, su análisis es muy pragmático. Explica que los ordenadores son ahora herramientas comunes y que el sistema operativo es también una herramienta, sobre y por encima de la cual tenemos otras herramientas que permiten a las personas realizar determinadas tareas de forma satisfactoria. El ejemplo de Stephenson presenta un proceso que podría denominarse "toolificación", la creación de herramientas a partir de sistemas más complejos sistemas, ya sea por la reducción (puntualización) o por la oscuridad (cercanía) del funcionamiento interno de la herramienta. Este proceso invita a la creación de herramientas para casi cualquier propósito mediante la mezcla de diferentes herramientas y sistemas puntualizados.

La introducción de los ordenadores tanto en el lugar de trabajo como en el hogar, y los diferentes factores asociados a ella, incluidos el sistema operativo sistema operativo, los periféricos, los controladores, las aplicaciones, el malware, etc., dan paso a una comprensión totalmente nueva del concepto de herramienta. Ehn (1988, cap. 16) tiene toda una discusión sobre la relación entre la herramienta y el usuario, y sobre si un ordenador debe o no considerarse una herramienta. I creo que esto tiene que ver con el hecho de que las herramientas -según Marx y otros filósofos mencionados en el libro de Ehn- están fuertemente vinculadas al el trabajo. Las redes de actores descritas en los diversos proyectos en los que estuve en los que participé implican algún tipo de trabajo digital. Por ejemplo, el proyecto SandS pretendía que los técnicos instalaran electrodomésticos de cocina conectados electrodomésticos de cocina conectados, mientras que el proyecto PELARS aumentaba las situaciones, y el artículo sobre el sistema de localización

en interiores refleja la configuración e instalación del artefacto en un domicilio (por un técnico). Y aunque aborde indirectamente el tema del trabajo, estoy interesa más la idea de la herramienta como un elemento de un mayor ecosistema sociomaterial. Mientras que Ehn defendía a finales de los ochenta la idea de que los artefactos informáticos debían diseñarse como "herramientas de mejora de la destreza herramientas para la producción de productos y servicios de buena calidad de uso' (1988, 407), hoy en día tal ambición debe gestionarse de forma diferente. Ehn también advirtió contra el etiquetado de "herramienta", ya que como herramientas, "los ordenadores alienan nuestras vidas' (1988, 408).

Cuando Ehn escribió su libro sobre el tema del 'diseño orientado al trabajo de artefactos informáticos' en 1988, los ordenadores se entendían como máquinas generalizables máquinas que podían ejecutar muchos programas diferentes simultáneamente o no- para realizar diferentes tareas. Treinta años después, la computación se ha reducido en tamaño y multiplicado en rendimiento (y ritmo) en varios órdenes de magnitud, al tiempo que se ha abaratado tanto que ahora tenemos ordenadores de propósito único, aunque la misma máquina pueda utilizarse de muchas maneras. La especificidad del propósito convierte al ordenador en una herramienta. De ahí que paradójicamente, debido a su abundancia, la máquina genérica se está toolified. [^12^](#fn12){#fnref12.footnoteRef} El poder computacional está encajonada en microcontroladores y microprocesadores, dos tipos distintos de sistemas integrados en los que las diferencias estructurales se difuminan a medida que avanza la tecnología. [^13^](#fn13){#fnref13.footnoteRef} Los microcontroladores y los procesadores dedicados permiten esta nueva tipología de ordenadores de un solo uso, que son diferentes de los artefactos informáticos sobre los que escribió Ehn. Los ordenadores con herramientas también son cada vez más numerosos, facilitando paradigmas como la computación omnipresente y la informática ubicua. La multiplicidad de máquinas de un solo uso requiere diferentes interfaces persona-ordenador a las presentadas por Ehn. Además, nuestra sociedad tecnocéntrica ha desarrollado tareas o "oficios" basados en el ordenador que van mucho más allá de las labores que él describió. Como resultado, se podría decir que los ordenadores se han ganado el derecho a ser considerados herramientas. O, utilizando un concepto propuesto por Ehn, los ordenadores han ganado un cierto "carácter de herramienta", definida como el valor último de una herramienta. El carácter de herramienta se describe como algún tipo de affordance contextual o capacidad contextual aumentada para realizar una tarea, porque "las herramientas hacen lo que queremos decir, no lo que decimos" (Ehn 1988, 403). En este sentido, es importante relacionar esto con la mentalidad contemporánea de la "inteligencia". Mientras que toolness representa control intencional, smartness o inteligencia representan la automatización. Las máquinas autónomas son herramientas intelectuales, que funcionan por sí mismas sobre la base de un modelo interiorizado de algunos fenómenos del mundo' (Ehn 1988, 399), de modo que un ejemplo de máquina autónoma es, para Ehn, el reloj-"Los ordenadores son máquinas autónomas, sólo que mucho más generales" (401).

Problematizando aún más el concepto de inteligencia, Ehn criticó inteligencia

artificial (IA), argumentando que a nivel de herramienta podría no ser lo que necesitamos para realizar mejor una tarea. Ve un conflicto entre herramienta e inteligencia, entre control y automatización. Sin embargo 'las herramientas inteligentes pueden estar diseñadas para reforzar en lugar de debilitar el control del usuario" (Ehn 1988, 404). Teniendo en cuenta el estado de la técnica y el desarrollo de la IA tal y como lo describe la científica cognitiva Margaret Boden (2017), ampliaría la opinión de Ehn de que los artefactos informáticos carentes de carácter de herramienta, pero no puedo estar de acuerdo con su interpretación de una herramienta como ser algo sin inteligencia propia, donde el humano tiene que tener el control. Los humanos pueden a veces estar en control del proceso, o sólo en control del resultado, o a veces en control de ambos. Esto se claro en los ejemplos de Schuppli (2014), la toolificación de Stephenson de los sistemas operativos (1999), o las reflexiones de Dourish sobre los algoritmos y la IA (2016). Por lo tanto, el concepto de toolness debe ser actualizado si se quiere describir las cualidades que hacen que algo sea una herramienta en términos contemporáneos, incluyendo aspectos como la IA y la puntualización. La automatización, en lugar de imponer un problema al control, debería verse como una forma de mejorar las herramientas existentes y de crear otras nuevas utilizando tecnología e inteligencia.

En resumen, las herramientas ofrecen soluciones intencionadas y directas a problemas inmediatos. Las herramientas pueden ser complejas por naturaleza, o el resultado de un proceso de desarrollo. Las herramientas, redefinidas como parte de conjuntos de humanos y no humanos, podrían incluir mecanismos de retroalimentación y tener una agencia que les permita realizar nuevos tipos de tareas que requieran computación. La principal característica de las herramientas sigue siendo ocultar la complejidad de una operación, ayudándonos a realizar algo eficazmente con el menor esfuerzo posible.

Cajas de herramientas

'La policía confiscó todo mi equipo ... si quieres que esto se haga esta noche, necesito hardware', dice Elliot en el episodio 'h1dden-pr0cess' de la popularísima serie dramática de televisión Mr. Robot (2016). Elliot el protagonista, necesita un ordenador portátil, un escáner informático, una impresora, algo de papel, una serie de teléfonos desechables y un programa informático para realizar un hack de ingeniería social, en el que obtendrá la ubicación de un móvil teléfono móvil que se le ha pedido que encuentre. Su caja de herramientas está hecha de hardware y software, materiales reutilizables y desechables.

Una caja de herramientas es, por definición, una colección de herramientas y fungibles que nos permiten realizar una serie de acciones de un determinado tipo. La caja de herramientas de un carpintero siempre incluirá martillos, cinceles, destornilladores tornillos y clavos, un lápiz, etc., y aunque algunos de los materiales son de un solo uso, la mayoría son reutilizables: las herramientas. El experto del carpintero conocimiento es lo que hace que la función combinada de las herramientas sea más que sólo la suma de sus funciones. A diferencia de

los kits, que se describirán más adelante, las cajas de herramientas no necesitan manuales de instrucciones, ya que se construyen sobre el conocimiento experto o experiencial.

Como señalan Mellis et al. (2013), "incluso los usuarios expertos en un determinado kit de herramientas pueden permanecer atrapados por sus limitaciones". Esto significa que una caja de herramientas (un conjunto de herramientas para Mellis et al.) presenta algunas limitaciones debido de las asequibilidades de las herramientas, y también de los conocimientos de los usuarios. Blikstein y Sipitakiat (2011) introducen la idea de un 'modelo de ruptura' en las cajas de herramientas electrónicas, que está estrechamente relacionado con la forma en que la plataforma Arduino se concibió en un principio: los usuarios construyen sistemas con componentes disponibles en el mercado utilizando la placa Arduino como el controlador de los distintos periféricos, y para permitir a los usuarios hacerlo las placas están diseñadas con tantos pines expuestos y periféricos de procesador como sea posible. Sin embargo, no puedo estar totalmente de acuerdo con la definición de Mellis et al. definición, va que cuando hablan de "cajas de herramientas" a veces se refieren a la utilidad más amplia de una caja de herramientas, aunque también utilizan 'kit' en el sentido más específico sentido que se describirá más adelante. Meissnet et al. (2018) tampoco hacen tampoco esta distinción, e incluso proponen un 'meta-toolkit' como forma de producir kits de herramientas ajustados a diferentes contextos: "cada kit de herramientas necesita un esfuerzo de"ajuste" cualificado para que funcione en un entorno específico" (10). I argumentaría que este desajuste entre "conjunto de herramientas" y "kit" forma parte de la falta general de definiciones viables en este campo. Reflexionando, yo diría que el "modelo de ruptura" da una idea de lo que se necesita para que una herramienta o caja de herramientas crezca hasta convertirse en una plataforma, teniendo como tiene gran parte de la featurelessness (Gillespie 2010) que la tecnología necesita para llegar a al mayor número posible.

Una caja de herramientas está hecha de piezas reemplazables; a medida que las herramientas y los aparatos se desgastan añadimos otras nuevas. Una caja de herramientas es algo que se tiene aunque no se utilice en todo momento. Está esperando a ser utilizada. Existen versiones versiones, algunas con herramientas de mayor calidad, otras pensadas para ser utilizadas una o dos veces. Al trasladar la idea de la caja de herramientas a lo no físico, cambia en cierta medida. Por ejemplo, en el mundo del software, no es inmediatamente evidente cómo aplicar la idea de desechabilidad de los materiales. El software está hecho para ser copiado, respaldado, transferirse, y la única característica que puede hacer que un software sea desechable es la obsolescencia técnica del software posterior al ulterior desarrollo de las máquinas informáticas o de los sistemas operativos en los que el software se ejecuta. Por lo tanto, se podría decir que el software, al estar unido a el sistema operativo, que por poder está unido a un ordenador arquitectura informática, tiene una materialidad que lo hace desechable. Como se verá, esto se ve aún más cuestionado por las necesidades de uso.

Existen otros escenarios en los que las cajas de herramientas pueden definirse de la misma manera en el mundo del software como en el mundo físico. Presentaré un par de casos para problematizar esto, fijándome primero en la seguridad informática seguridad informática, ya que ofrece una analogía con la idea de materiales desechables en las cajas de herramientas, y después a los kits de desarrollo de software. Aunque apenas he tocado la idea del software desechable en mi trabajo, sí tengo experiencia de trabajar en la creación de cajas de herramientas de software como el original IDE Arduino o suites de software para diversas operaciones en los campos de la instalación, simulación y mantenimiento.

Cuando se trata de material digital desechable, la privacidad bastante buena (PGP) es un buen ejemplo. [^14^](#fn14){#fnref14.footnoteRef} Se trata de un software que garantiza una comunicación segura entre dos partes. Para hacer que esa comunicación sea secreta, las partes tienen que intercambiar una serie de números generados aleatoriamente (claves) creadas especialmente para la sesión. Otro escenario son las claves utilizadas para identificar proveedores de servicios seguros en línea. El protocolo https ofrece una comunicación mejorada mediante identificadores únicos asentados en los servidores, y esos identificadores son emitidos por terceros para garantizar que ningún otro servidor de Internet pueda confundirse con aquel al que desea acceder. Esa unicidad en forma de un identificador único es el equivalente al clavo de un solo uso en la caja de herramientas del carpintero.

Mientras que PGP equivale a lo desechable, un kit de desarrollo de software (SDK) equivale a la caja de herramientas reutilizable. Mientras que en el desarrollo de software los SDK se denominan "kits", yo los considero cajas de herramientas: una serie de software herramientas diseñadas para ayudar a construir productos de software en contextos específicos. Existen cajas de herramientas SDK para todo tipo de dispositivos. Un ejemplo son las gafas Vuzix glasses, un dispositivo con Android y orientado a la industria similar a las Google Glass. Aunque el dispositivo se programe utilizando el lenguaje de programación Android lenguaje, que es de código abierto, para compilar y cargar código en el dispositivo se necesita una cadena de herramientas y un entorno de desarrollo especiales. Otro ejemplo es el Arduino IDE, el software que los usuarios de Arduino necesitan para crear los programas que se compilarán y cargarán en las placas. El IDE de Arduino es genérico en el sentido de que permite diferentes cadenas de herramientas para varios tipos de microcontroladores que se programen con con él. En algunos casos, algunos productos finales también pueden programarse utilizando el IDE Arduino: el Sony SmartWatch, por ejemplo, que conseguimos programar simplemente creando nuevos archivos de definición y de biblioteca para el IDE Arduino (Cuartielles & Taylor 2013a)-simple para nosotros como expertos usuarios, por supuesto, pero no tan sencillo si uno carece del conocimiento detallado de la caja de herramientas, que lleva años adquirir. Existen SDK para todo tipo de tipo de productos, desde lámparas programables hasta brazos robóticos. Puesto que la idea detrás de un SDK es ayudar a los desarrolladores de empresas dispuestas a revender determinados productos en configuraciones específicas a crear sus propios programas para

hacer funcionar los dispositivos, el SDK es en realidad una caja de herramientas con una diversidad de software, ejemplos y, a veces, incluso complementos que lo complementan. Es también abierto, para ser utilizado con distintos fines y en diferentes situaciones.

Volviendo al comentario de Elliot de que 'si quieres que esto se haga esta noche, necesito hardware' (Mr. Robot 2016), cabe señalar que la serie es famosa por describir con gran precisión el tipo de herramientas que utiliza el protagonista personaje para piratear una gran variedad de sistemas y obtener información. No son las herramientas, el equipo informático genérico y el material de oficina, sino su conocimiento experto en la materia lo que le permite hacer que las herramientas realicen operaciones que los espectadores nunca habrían imaginado. En sólo pocos minutos es capaz de sacar el máximo partido a las herramientas que tiene a mano. Es tan sencillo y al mismo tiempo tan difícil.

Kits

Un kit es un conjunto de herramientas y materiales listos para ser integrados en un diseño preconcebido o en un contexto específico. Algunos kits están hechos de piezas desechables y una vez utilizados no pueden reutilizarse nunca, mientras que otros están pensados para ser reutilizados en diferentes combinaciones. Un kit suele venir con un manual de instrucciones que guía al usuario para lograr un determinado fin. El fin último de un kit depende del contexto de su uso. Hay kits educativos que son una serie de experimentos, mientras que otros son como muebles planos, diseñados para dar a los usuarios la experiencia de montar sus propios artefactos y la satisfacción de un éxito casi garantizado. De hecho, no sólo son análogos: uno de los mejores ejemplos de kit es la caja de muebles flat-pack. Sus pequeños destornilladores y tornillos, así como las herramientas incluidas en el paquete, están diseñadas para durar sólo en esa ocasión. Toda la industria del industria del mueble plano se basa en la idea de que además del kit todo el mundo tenga también una caja de herramientas estándar con un martillo, un destornillador y similares. Esas cajas de herramientas básicas seguirán necesitando complementos para fin de montar una estantería, poner las patas a un sofá o instalar una nueva cocina.

Los kits tienen cierta intencionalidad, como cuando se trata de preconcebir diseños. No es que los destinatarios no puedan cambiar el destino del kit, pero no se puede garantizar el éxito si no es de la manera prescrita. Sus piezas y materiales desechables conforman una serie orquestada de pasos secuenciales para proporcionar al usuario un resultado esperado de alguna manera. Pensando en términos de sociología de la innovación, como la socióloga e ingeniera Madeleine Akrich (1992), los diseñadores, al crear kits obligarán a los usuarios a clasificarse en categorías o "tipos de usuario". También proporcionan una visión, una idea clara de cómo el kit permitirá una transformación. Los encargados de hacer llegar esta visión a los usuarios son los innovadores que inscribirán 'esta visión del mundo en el contenido del nuevo objeto" (Akrich 1992, 208). Akrich, a quien he citado anteriormente sin hablar de las posibilidades intencionadamente educati-

vas de los kits, llama por tanto al producto final de dicho proceso un 'guión' o 'escenario': el kit es un guión para guiar nuestra agencia hacia la visión.

A la hora de diseñar, evito específicamente definir soluciones utilizando métodos como el uso de personas o escenarios. Esto es lo que Latour (2006) e incluso Stringer (2014) denominan "diseño para representantes", ya que los representantes nunca nos representan a todos. Diseñar kits con personas en mente es una forma de control a varios niveles. En primer lugar, la experiencia está controlada, ya que el kit le proporciona las piezas y herramientas para hacer un diseño. Normalmente no hay dos planos para construir cosas diferentes, sino una sola, ya sean estanterías planas, circuitos electrónicos o un experimento científico experimento para niños. Un segundo aspecto de este control es la omnipresente dependencia incorporada a los kits por el fabricante en forma de forma de piezas de recambio, ampliaciones y complementos. Por último está el elemento de control del software que se ejecuta en los elementos. Por ejemplo, imaginemos un sistema de gestión de contenidos (CMS) para que un usuario para poner en marcha un blog. [^15^](#fn15){#fnref15.footnoteRef} Ella normalmente instalará el software desde un servicio de back-office, alterará su aspecto utilizando software estándar, y subirá el blog a un servidor. Las instrucciones para construir el sitio web junto con el propio software son un kit que acabará en un CMS que muy probablemente no satisfaga el 100% de las necesidades de los usuarios, lo que pone de relieve otro elemento de control: la dependencia del software.

La lámpara de energía solar comentada por Akrich (1992) era un ejemplo de kit desarrollado para lugares remotos. Parte de un experimento de arriba abajo para proporcionar iluminación a los usuarios del tercer mundo, la excesiva concreción del kit de electricidad solar hizo imposible que tuviera éxito en este punto, y tampoco facilitó el co-aprendizaje y la creación de comunidades mediante su uso (expertos dando apoyo a usuarios menos experimentados). En otras palabras, un fallo en el diseño de estos conjuntos tan específicos puede tener consecuencias más allá del ámbito definido del kit.

Lo que Akrich describe es el círculo virtuoso del diseño de un buen kit. A kit puede ser muy educativo o extremadamente práctico, pero si está mal diseñado está condenado al fracaso. [^16^](#fn16){#fnref16.footnoteRef} Un buen o mal diseño debe sopesarse con el resultado esperado de la experiencia del usuario final. El kit tiene que ofrecer una experiencia replicable, en el sentido de que los usuarios saben qué esperar, y por eso se decantan por un kit en lugar de una opción de caja de herramientas más abierta. Este es otro punto de vista sobre la naturaleza controladora de los kits. Aunque los usuarios necesitan estar al el mando de la situación -para saber cuánto tiempo les llevará montar la sistema de estanterías o cuál será el resultado esperado del circuito electrónico será-, el kit configura no sólo el uso sino también al usuario. Para el fabricante de un kit, la métrica es sencilla: si un kit se vende, ha logrado configurar un cuerpo unificado de usuarios. La reutilización, entendida como redundancia de funciones o materiales, da a a los usuarios un control más fácil. Hay lecciones que aprender de un kit que ha

sido adoptado por un número significativo de usuarios. ¿Sería posible una mayor redundancia en el diseño, las herramientas, los materiales y la documentación, que tienen un historial probado basado en métricas, serviría para aumentar la probabilidad de realizar nuevos diseños con éxito?

Plataformas

El analista se ve obligado en todo momento a definir el universo del discurso > dentro del cual se supone que se produce la "redundancia" o el "significado". (Bateson > 1972, 422)

Aunque la caja de herramientas requiere un cierto nivel de conocimientos para sacarle el máximo de ella y el kit viene con la intención de capacitar a los usuarios y educarlos, el propósito de la plataforma es ayudar al principiante a convertirse en un experto mediante la participación en una comunidad de co-aprendizaje. La plataforma es un ensamblaje en el que coexisten humanos y no humanos, construyendo y controlando el acceso a una base de conocimientos dinámica compartida, donde la comunicación está mediada por herramientas, y las acciones se realizan a través de kits y cajas de herramientas (así como materiales genéricos). Una plataforma es flexible por naturaleza, especialmente durante su formación y definición. La flexibilidad remite, una vez más, a la noción de Gillespie (2010) de lo 'sin características'. Es difícil saber si la plataforma surge en respuesta a una necesidad, o si la necesidad será generada por la plataforma. En mismo tiempo, la definición de lo que hará la plataforma surge en la interacción entre desarrolladores y usuarios, y por eso su significado se crea en ese intercambio.

La idea de redundancia introducida por Bateson (1972, 140) es en gran medida lo que define las posibilidades de éxito de una plataforma. Una plataforma explicada a través de fichas técnicas es mucho menos atractiva que una explicada mediante ejemplos de uso. Las hojas de datos o, en software, las descripciones de bibliotecas como en el lenguaje de programación Java, carecen totalmente de redundancia. Presentan las características de un sistema y enumeran la colección de métodos y algoritmos de una biblioteca, pero sin tratar de transmitir un significado mensaje. En software, existen herramientas que extraen automáticamente la documentación de la biblioteca tal y como fue escrita por los programadores. Aunque este tipo de documentación adquiera relevancia con el tiempo, no es el tipo de información que los usuarios se sienten obligados a leer cuando están a punto de dar sus primeros pasos de bebé en el mundo de las herramientas y los procesos. Sin embargo, para atraer a los usuarios a un entorno abierto, no basta con proporcionar una finalidad racional. Lo que se necesita es más bien una narrativa no controladora que tenga en cuenta que las personas, para experimentar una sensación de autocontrol, prefieren aprender sobre la marcha.

Es este carácter abierto de la plataforma, junto con un sentimiento de propiedad territorial, lo que crea una comunidad en torno a ella. La comunidad es la mezcla

de los usuarios o actores y la tecnología que les sirve de apoyo. El resultado de una comunidad varía de un caso a otro: un grupo de personas que ven y comentan vídeos de YouTube será diferente de un grupo que escribe y reseña artículos sobre tecnología. En ambos casos, los creadores y mantenedores de la plataforma tienen que renunciar a algunos de los mecanismos de control en favor de los usuarios para transferir el grado de propiedad que permita retener a los participantes y convertir así esa plataforma en un entorno compartido para la toma de decisiones, relevante a lo largo del tiempo, o la "Cosa" de Björgvinsson et al. (2012). Tal continuo de tecnología de usuario es un ensamblaje en términos de Bennett (2005), con una agencia que va más allá de quienes la crean (Rouvroy 2013). El usuario condiciona así la tecnología solicitando diferentes servicios, o aportando conocimientos, tiempo u otros recursos. Al convertirse en miembros de la comunidad, contribuyendo a los foros, ayudando a los recién llegados, y etc., los usuarios adquieren un poder indirecto en el mantenimiento de la plataforma. En cierto sentido se convierten en constituyentes y, por tanto, en parte del continuo.

Las reflexiones de Lane (2014) sobre los orígenes del término "democracia" (poder a la gente común o a los muchos) se aplican también en este caso, ya que la plataforma podría definirse como un proceso democrático, siendo mutuamente constitutivo. Una vez más, esta implicación de la gente en la plataforma y viceversa es un mecanismo de autocontrol de un sistema complejo. Para que siga existiendo, tiene que complacer y servir a sus usuarios; tiene que ser diseñado para y por sus usuarios; tiene que ser comandado por sus usuarios para para no corromperse; y tiene que sostener al devenir-usuario o devenir-sujeto de una manera relacionalmente sana, siendo los usuarios "sometidos" por las condiciones del servicio, la tecnología punta affordances constitutivos y bugs perturbadores.

Las plataformas permiten la democratización en términos de Saldana et al. (2016), pero también en los de Alexander (1977), o Feenberg (2010). Las plataformas pueden recopilar y dar acceso a los datos con mayor facilidad y de forma más generalizada, poniéndolos a disposición de todos; al mismo tiempo, el proceso de diseño de la plataforma podría estar abierto a todos los actores. Este concepto de autoría compartida está en consonancia con la capacidad de una plataforma para convertirse en un cosa, aquí un contrato (social) entre partes. Su falta de características junto con su reprogramabilidad, es lo que confiere a las plataformas la capacidad de reconfigurarse o ajustarse a nuevas situaciones. La ausencia de características también aporta flexibilidad, entendida como apertura o falta de forma, que deja la plataforma abierta a la interpretación. Desde una perspectiva de coaprendizaje perspectiva, las plataformas permiten a los actores aprender a través de su interacción con otras partes de la red de actores, ya sean humanos o no. Las plataformas pueden integrar otras instancias de sistemas como herramientas, cajas de herramientas o kits; alternativamente, esos sistemas pueden evolucionar hasta convertirse en plataformas cuando una comunidad se forma a su alrededor. Dado que mi tema son las plataformas y su relación con otras entidades de la vida cotidiana, lo que

importa aquí es si una plataforma puede evolucionar hasta convertirse en una infraestructura, o si las infraestructuras pueden transformarse en plataformas.

Infraestructura

Para Plantin et al. (2016), los estudios sobre infraestructuras se refieren a la evolución de sistemas y servicios compartidos y ampliamente accesibles del tipo ofrecido y regulados por los gobiernos. Björgvinsson et al. (2012) aportan su propia definición al considerar las infraestructuras como objetos intermedios diseñados como parte de un proceso de diseño. Basándose en Leigh Star y Griesemer (1989), las definen como objetos límite que median la comunicación entre los usuarios, los diseñadores profesionales y los dispositivos existentes. Dichos objetos límite constituyen una especie de infraestructura, siendo materiales ensamblajes como "vías de ferrocarril, cables o Internet (Björgvinsson et al. 2012, 108) que van más allá del acontecimiento, extendidos temporal y espacialmente. Plataformas e infraestructuras pueden compararse desde la perspectiva de la escala: las segundas solían ser más grandes, ya que afectaban a países enteros, mientras que las primeras, libres de vínculos locales, se sitúan en escala transnacional e incluso planetaria. En la actualidad, cualquiera de las plataformas de las grandes redes sociales -Facebook, YouTube, Twitter- tiene una infraestructura técnica mayor que la de un país de tamaño medio. Las plataformas también tienen un mayor grado de emergencia, ya que aparecen a gran velocidad dadas las condiciones sociotecnológicas adecuadas. La infraestructura, por otro lado, requiere la implicación de la clase política y otras entidades sociales, y hay que poner en marcha mecanismos (con, por ejemplo, licitaciones públicas para encontrar proveedores de tecnología, estudios públicos para apoyar la toma de decisiones, y presupuestos para recaudar la financiación necesaria) que se caracterizados por largos plazos, medidos en años, y a veces por ciclos ciclos políticos.

Un concepto que Björgvinsson et al. (2012) introducen es la 'infrastructuración' o desintermediación de una cosa y su transformación en 'bien común'. Mi pregunta es si es posible para las cosas-plataforma contemporáneas, que suelen aparecer a pequeña escala, se conviertan en entidades públicas o compartidas. Mientras que la infrastructuración en la definición de Björgvinsson et al. parece deseable, al ser sinónimo de una "cosa" co-creativa que tiende a aumentar la satisfacción del usuario cuando se aplicada a plataformas como Facebook, Google y Twitter, la velocidad a la que cambian esos sistemas va más allá de la legislación co-creativa de la cosa en sí. Un ritmo más lento en la forma en que se ajustan las cosas sólo ahuyentaría a a los usuarios. Esto significa que existe un desequilibrio entre la forma en que la sociedad crea marcos legales y la rapidez con la que cambian las plataformas. Por eso Mantelero (2016) y Feenberg (1991) abogan por un modelo en el que la ética y los procesos de diseño más inclusivos desempeñen un papel más importante en el diseño de sistemas. Esto permitiría a las grandes empresas autorregularse y anticiparse a posibles problemas.

Cuando se trata del modelo económico que sustenta las plataformas de mayor éxito plataformas, va de la mano de la naturaleza omnipresentemente multi-

nacional o transnacional de las plataformas en red. Las plataformas pueden establecidas en cualquier lugar y ganar dinero a través de Internet, desafiando las leyes comerciales internacionales y similares. Gran parte de lo que las hace atractivas para los usuarios parece ser su potencial movilizador y la posibilidad de conectar e intercambiar información con personas de todo todo el mundo.

Mientras que la infrastructuración habla de deformar o desintermediar una cosa para dejar un legado y provocar un cambio positivo en la sociedad (Björgvinsson et al. 2012), Plantin et al. (2016) hablan de 'infraestructuralización' como el proceso negativo de que las plataformas de propiedad corporativa que se apoderan de lo que debería ser un servicio público digital -el ejemplo obvio es el casi monopolio de Google en las búsquedas, o el de Facebook en las redes sociales. Según Plantin et al. (2016, 3), los límites entre "las dos perspectivas", es decir, plataformas e infraestructura 'se han vuelto cada vez más borrosas', y desde la perspectiva de la Web2.0 es es difícil saber qué es una plataforma y qué es una infraestructura. Intentan arrojar algo de luz al asunto haciendo la distinción de que mientras nosotros tendemos a pensar que la infraestructura es 'esencial para nuestra vida cotidiana', las plataformas 'están dominadas por entidades corporativas'. Cabe preguntarse por qué el sector público permite que se produzcan infraestructuras corporativas. Hayles (2009) menciona en su debate sobre las tecnologías RFID que la vigilancia corporativa a la que estamos sometidos va no es epistemológica - "quién sabe qué de quién" - sino más bien ontológica, ya que las plataformas digitales se integran cada vez más en nuestra visión del mundo, cubriendo el mundo físico y añadiendo capacidades de comunicación a objetos que "ya no son pasivos e inertes" (48), haciéndolos iguales a nosotros, los humanos.

Las personas utilizan las plataformas digitales contemporáneas para comunicarse entre sí unos con otros, a escala mundial y sin coste alguno, lo que permite un grado de vigilancia que no tiene precedentes (Krueger 2005; Conniry 2016). El hecho de que las plataformas permitan programar aplicaciones sobre su almacenamiento de datos (Helmond 2015) dio paso a un tipo de vigilancia que forma parte inherente de la naturaleza de la plataforma: la creación de puertas traseras en, por ejemplo, los sistemas de encriptación que aseguran la comunicación entre usuarios, o la información de geolocalización de un usuario determinado (Givens 2013). En un artículo de 2013, Givens presenta el tipo de vigilancia que la Agencia de Seguridad Nacional ha estado ejerciendo en los últimos años. [^17^](#fn17){#fnref17.footnoteRef} Desde que las "megaplataformas" -como Andersson Schwarz (2017, 386) llama a plataformas transnacionales como Facebook o YouTube-reúnen información de personas más allá de las fronteras, ; no se transformarían estas plataformas en gigantescas máquinas estatales, espiando a otras naciones? En otras palabras, ¿no plataformas de propiedad comercial, a través de la interferencia gubernamental, se convertirían de infraestructuras de facto al servicio de los intereses nacionales? En términos prácticos, la vigilancia podría escapar a las acciones autorreguladoras sugeridas por Mantelero (2016) o la implicación de la ética (Feenberg 1991), como mencionado anteriormente. ¿No es la posibilidad de una vigilancia basada en plataformas algo que podría

eliminarse de las plataformas mediante el diseño? ¿Podría una plataforma si no hubiera forma de controlarla? de controlarla? $[^{18}](\# fn18) \{\# fnref18.footnoteRef\}$

Miles de millones de personas interactúan utilizando redes sociales como Facebook o YouTube. El tamaño de una red centrada en máquinas, como la IO, es al menos al menos un orden de magnitud mayor, por lo que los riesgos de infraestructuras de las plataformas adquieren una nueva importancia. En el momento de redacción, sin embargo, los retos asociados a la IO tienen más que ver con la necesidad de seguir un proceso de infrastructuración del concepto que con los riesgos asociados al mismo (como la vigilancia). El IoT implica la llegada de plataformas que se perciben más como infraestructura, utilizando la definición de Plantin de infraestructura como esencial para nuestra vida cotidiana. Siguiendo cierta lógica empresarial, las empresas que ofrecen servicios IoT tienden a no proporcionar a sus usuarios interoperabilidad, en el sentido de transferibilidad de datos y aplicaciones entre plataformas. Mientras la IO siga siendo una serie de plataformas discretas, será muy difícil que los usuarios inviertan más allá de la idea de participar en una red de microservicios. Desde otra perspectiva, Brody y Pureswaran (2014) analizan los puntos débiles de la IoT como infraestructura aún no existente, y en un artículo sobre la "democracia de los dispositivos analizan las razones por las que, a sus ojos, la IO no puede tener éxito dada la funcionamiento actual de Internet. Sugieren la creación de microintercambios que permitan la aparición de una plataforma en la que los usuarios puedan contribuir compartiendo el tiempo de uso de sus dispositivos, pero también sus datos mediante micropagos. Un sistema como éste, dicen los autores, es muy improbable que surja debido a la falta de normalización técnica y una regulación que obligue a todas las megaplataformas a compartir datos en igualdad de condiciones. Tal vez imponer una verdadera infrastructuración, por utilizar la terminología de Björgvinsson et al. terminología, en la columna vertebral técnica de la IO podría ser una solución -no una ficticia, como propone Hayles (2009), sino una verdadera institucionalización de la Internet relacionada con la IO para forzar una estandarización que a su vez permitiría una infraestructura más barata, dispositivos y servicios, como sugieren Raghavan y Pargman (2017). Este tendría a la larga la consecuencia de una platformatización abierta inversa, facilitando su inserción social y minimizando la fricción para los usuarios finales. Una vez estandarizada la columna vertebral, debería ser fácil que surgiera un surgiera un nuevo tipo de plataforma IoT que pudiera soportar un modelo como el el sugerido por Brody y Pureswaran (2014). Actualmente, parece que el mercado no está interesado ni es capaz de poner en marcha un modelo así. Este es entonces el reto, como señalan Hayles (2009) o Feenberg (2010): tenemos que adoptar públicamente la tecnología para poder convertirla en un bien público. Lo que me lleva a formular la pregunta planteada por Hayles:"¿Se cooptará el paradigma informático actual como un acecho caballo de tiro para el capitalismo depredador o podemos aprovechar la oportunidad de utilizarlo para transformaciones que mejoren la vida?" (2009, 66)

Rendimiento y ritmo

¿Qué pasa, entonces, con la precisión y la velocidad a la que los ordenadores realizan operaciones? Técnicamente, el rendimiento y el ritmo vienen determinados por el número de transistores por centímetro cuadrado que contiene un chip. El número de circuitos de conmutación es lo que define la capacidad de un chip para realizar más operaciones que otro. El ritmo al que aumenta la potencia de cálculo se define por la Ley de Moore, formulada por el cofundador de Intel, Gordon Moore (Mack 2011), que predice que la potencia de cálculo potencia de cálculo de los procesadores se duplicará anualmente. Moore supuso que esto continuaría para siempre.

La ley de Moore tiene dos factores limitantes. Uno es puramente físico. Los transistores sólo pueden hacerse tan pequeños. La otra limitación, sin embargo, es las necesidades de los usuarios. ¿Por qué debemos seguir innovando en un campo en el que tenemos toda la potencia de cálculo que jamás necesitaremos para servir a la sociedad? En algún momento decidiremos que tenemos un procesador optimizado y, como herramienta, su diseño debería ser comoditizado-en otras palabras, debería ser de dominio público para que cualquier comunidad o empresa lo utilice en la optimización de su proceso de (re)producción para hacerlo tan bueno o tan eficiente en recursos como posible. Esta sería la democratización definitiva de la tecnología, ya que los actores sólo competirían en valor, puesto que las funciones ya serían suficientes. Un ejemplo cercano es la placa Arduino, en la que -dado que su diseño es de código abierto- hemos sido testigos de decenas de empresas compitiendo por fabricar placas más baratas.

El ritmo, por su parte, se refiere a la velocidad a la que los nuevos dispositivos llegan al mercado o se hacen más accesibles. Tomando el desarrollo del ecosistema Arduino como ejemplo, cuando se desarrolló por primera vez en 2005 había había pocas plataformas competidoras, si es que había alguna, y definitivamente ninguna que incluyera todo lo que abarcaba Arduino en aquel momento (Löwgren & Reimer 2013, cap. 6). En el momento de escribir estas líneas, el número de plataformas similares que aparecen sobre una mensual es abrumador. Una vez que la gente ha registrado la utilidad de un sistema, ya sea como herramienta o como plataforma, el ritmo de desarrollo aumentará, siempre y cuando exista una forma de que diferentes fuentes puedan acceder a los planos de dicho sistema.

La relación entre el ensamblaje sociomaterial y su computacional apunta a toda una serie de líneas de análisis potenciales, especialmente en lo que respecta a los ensamblajes entre humanos. [^19^](#fn19){#fnref19.footnoteRef} Un ejemplo es la traducción del IDE de Arduino. Cuando empecé a trabajar con la educación como tema, quedó claro que tendríamos necesitaríamos traducir la interfaz gráfica de nuestro software a varios idiomas. En algún momento, hubo una contribución de un distribuidor japonés de Arduino (SwitchScience) que permitiría traducir el IDE simplemente añadiendo un archivo de traducción de texto plano estándar. Estos archivos contienen una lista de cadenas en un idioma y sus traducciones

a otro idioma -del inglés al español, por ejemplo. Un programa suele tener uno de estos archivos de traducción por idioma. De este modo, en el momento de renderizar la GUI, el IDE comprobará qué cadenas se van a utilizar y qué traducción en el idioma localizado del IDE, para enviarlas a la GUI. Para esta tarea, gracias al uso del repositorio oficial de software de Arduino repositorio de software (actualmente una cuenta de GitHub), fue posible traducir el IDE a 40 idiomas en menos de una semana. Todo lo que hizo falta fue ese trabajo de procedimiento inicial, seguido de cientos de personas traduciendo el IDE de Arduino. Este es un ejemplo del poder performativo de un ensamblaje humano-humano, materializado en una movilización de abajo arriba en la que los participantes de una comunidad unen sus fuerzas para afrontar un reto. En este caso estuvo motivado por una necesidad (disponer de un software que funcionara en la lengua materna de uno) y no por la competitividad (hacer que el software de Arduino software sea mejor que las ofertas de otras empresas o proyectos).

Sin embargo, el ritmo va más allá de la computación y el desarrollo. También está relacionado con la capacidad de los sistemas para producir datos. Hayles (2009), siguiendo a Gershenfeld, presenta una interesante definición de los sistemas IoT como la interrelación de lectores con etiquetas (RFID) que se comunican con bases de datos relacionales, combinados de modo que "constituyen una flexible, robusta y omnipresente"Internet de los objetos" que detecta el entorno, crea un contexto para esa información, se comunica internamente entre componentes, extrae inferencias de los datos y llega a conclusiones que, en alcance si no en complejidad, superan con creces lo que un ser humano sin ayuda podría lograr" (49).

Al examinar cómo se aplican dos términos informáticos -rendimiento y ritmoa plataformas, resulta evidente que la velocidad de computación (rendimiento) puede no necesariamente un factor significativo para los individuos, ya que sus interfaces de usuario pueden ser lo suficientemente buenas como para soportar sus interacciones con una plataforma, pero no puede decirse lo mismo del ritmo, o de la frecuencia con la que se desarrollan nuevos sistemas y se presentan al público en general, y la frecuencia con la que se pueden captar datos del mundo dado un determinado sistema. El rendimiento combinado de los sistemas con el ritmo al que los datos se producen en las plataformas, incluidas muchas de las plataformas IoT, crea nuevos paradigmas sobre cómo tratar la información tanto a nivel técnico como a nivel conceptual. En estos casos es correcto hablar de big data, de los que Hayles afirma que "la cantidad de información accesible... es tan enorme que puede desbordar todas las fuentes de datos existentes y convertirse en ... esencialmente infinita" (2009, 47). En cierto modo, el elevado ritmo de generación también exigirá un mayor rendimiento en los centros informáticos dedicados al análisis de los propios datos. Plataforma, rendimiento y ritmo deben ir de la mano si quieren satisfacer las necesidades de los usuarios.

Resumen

Este capítulo contextualiza el pensamiento contemporáneo en el campo del diseño de plataformas. La primera sección explora los ejes o dimensiones del discurso, incluidos aspectos de la sociología de la tecnología la ingeniería, el diseño, la cibernética y la teoría crítica. Al trazar estos ejes, observé grupos de conceptos relevantes para mi tema: la materialidad de los actores-redes (sensores, comunicadores, actuadores, modularidad, affordances, embodiments, algoritmos), los mecanismos de gobernanza (distribución, democratización, accesibilidad, infrastructuración, ética), la plasticidad o evolución en el tiempo (always-on ausencia de características, neutralidad, reprogramabilidad), y el proceso de diseño (desintermediación, generalizabilidad, estandarización, puntualización).

En la segunda sección sobre las ideas preconcebidas me he centrado en las redes de actores desde la perspectiva del tamaño (entendido como alcance) rendimiento (su capacidad para computar operaciones), y ritmo (la frecuencia con la que se generan los acontecimientos y la información). He explorado diferentes realizaciones de sistemas como herramientas, adoptando una nueva línea sobre las herramientas (incluida la tecnología digital de vanguardia), las cajas de herramientas (colecciones de herramientas y materiales), kits (un medio de educar y capacitar a los usuarios), plataformas (ensamblajes codiseñados y gobernados por usuarios y desarrolladores), e infraestructura (la instancia públicamente apoyada de una plataforma), al tiempo que se señalan los problemas que conlleva transformar las plataformas en infraestructuras y viceversa.

A continuación presentaré los trabajos incluidos en la recopilación y los proyectos que los originaron para después filtrarlos a través del marco mencionado en un intento de demostrar la validez.

1. Esta forma de entender la asequibilidad extiende esta propiedad física a los artefactos basados en pantallas. En Fry & Reas 2007 se menciona brevemente mencionada en las adiciones de Golan Levin: 'Algunos de los más populares conjuntos de herramientas de visión artificial adoptan la forma de plug-ins ... Dichos plug-ins simplifican el problema del desarrollador de conectar los resultados del análisis basados en la visión con las prestaciones sonoras, visuales y textuales proporcionadas generalmente por dichos sistemas de autor" (554).

2. Sun & Barnett 1994 sugirieron que otras redes, como las informáticas Internet-o la red de satélites, deberían ser investigadas para comprender mejor cómo su desarrollo estaba influyendo en la difusión de la democracia

3. Incluso es posible encontrar una referencia temprana a tal comprensión de la sociedad en la introducción del físico Steve J. Heims introducción al clásico de los años cincuenta de Wiener, *The Human Use of Human Ser*: "la antigua dualidad mente-cerebro fue superada por un materialismo que

- abarcaba la organización, los mensajes y la información además de las cosas y la materia' Wiener (1989 [1950], xx).
- 4. Observe la diferencia entre la 'cosa' de Hayles y la de Björgvinsson et al.'s 'Cosa'. No sólo está en la notación, sino también en el significado. Para Hayles, una 'cosa' es un dispositivo inteligente con algún tipo de de capacidades informáticas distribuidas. Para Björgvinsson et al., una 'Cosa' puede ser cualquier cosa que dé cuenta del resultado de un co-diseño proceso.
- 5. Tenga en cuenta que en la literatura contemporánea sobre ingeniería se habla de sensores, por lo que éstos no representan necesariamente uno a uno un sensor en una infraestructura virtual, sino más bien agrupaciones de sensores que representan propiedades virtuales. Por ejemplo, la presencia puede estimarse midiendo el número de veces que se abre una puerta, sumado a la imagen de una cámara y a la luz infrarroja reflejada en un sensor IR pasivo (un detector de movimiento). Dado que el sensor virtual es infraestructura siempre activa, no importa si hay un sensor; siempre puede calcular sus datos a partir de registros preexistentes, o incluso inferir la información de otros sensores en la periferia.
- 6. Virt-EU (https://virt-eu.nexacenter.org/ [11 feb. 2017]) es un proyecto de la UE financiado por H2020. Durante el lanzamiento de Virt-EU, Alison Powell dio una charla sobre "Dilemas de la experiencia conectada: A Virtue Ethics Response'. Alessandro Mantelero pronunció un discurso titulado 'La ética del Internet de las cosas: ¿en qué tipo de futuro queremos vivir? El Reglamento General de Protección de Datos de la UE y la IO. Legal Cuestiones del enfoque basado en el riesgo'
- 7. Mi intención al mencionar esto aquí no es iniciar una conversación sobre marcos jurídicos y similares, sino poner de relieve que los conjuntos sociomateriales son difíciles de regular, y que su forma cambia al hacer algo tan sencillo como saltar de lo individual a lo colectivo.
- 8. Law 1992: "los recursos puntuales ofrecen una forma de recurrir rápidamente a las redes de lo social sin tener que lidiar con una interminable complejidad'.
- 9. Una vez establecido el esquema de mi tesis, el título de mi borrador fue '1, 10, 100, 1000', para mostrar lo mucho que importa el tamaño en la mentalidad de lo que uno va a diseñar.
- 10. https://en.oxforddictionaries.com/definition/tool [11 feb. 2017].
- 11. Me refiero a la idea de "seguridad a través de la oscuridad", que se utiliza en la comunidad de seguridad informática para expresar que la mejor manera de mantener seguro un sistema es no publicando cómo funciona.
- 12. En el momento de escribir estas líneas, también participo en el proyecto de la UE "DECODE para el que estoy diseñando un ordenador de placa

única polivalente para ser utilizado en diversos escenarios de un solo uso. Para empezar, he estudiado las capacidades de rendimiento de seis de los ordenadores de placa única más utilizados ordenadores de placa única más utilizados en 2017 y la primera mitad de 2018. El estudio, con más de 750 páginas de gráficos y 30 páginas de análisis, indica que los ordenadores de placa única ordenadores de placa única son muy potentes en términos de capacidad de cálculo y que pueden incrustarse en casi cualquier cosa.

- 13. Un microprocesador, también conocido como unidad de microprocesamiento (MPU), consta de una unidad central de procesamiento (CPU) y suficientes periféricos para hacerla funcionar de forma genérica: memoria caché, entrada/salida registros, reloj, etc. Un microcontrolador contiene un microprocesador más memoria de programa (normalmente flash), memoria de sólo lectura (ROM) y algunos periféricos especializados como un convertidor analógico a digital (ADC), modulación por ancho de pulsos (PWM), etc. Aunque cada vez es más difícil diferenciar entre microprocesadores y microcontroladores, la principal distinción está en sus escenarios de uso. Los microprocesadores se han utilizado tradicionalmente en máquinas multiuso máquinas, mientras que los microcontroladores se han utilizado en máquinas de un solo propósito máquinas.
- 14. El software PGP es una tecnología de encriptación que permite una comunicación punto a punto.
- 15. Ejemplos de sistemas de gestión de contenidos son el software detrás de la plataforma de blogs WordPress o MediaWiki (el paquete de software utilizado para crear Wikipedia). Hasta cierto punto, las redes sociales como Twitter o Facebook pueden considerarse sistemas CMS, ya que los usuarios pueden publicar modificar y eliminar contenidos.
- 16. No es mi objetivo discutir aquí cómo diseñar un kit mejor, sino más bien dar una comprensión básica de las diversas definiciones.
- 17. Mientras que el aspecto central del artículo de Austen D. Givens (2013) es cómo no deben crearse nuevas leyes bajo tensión emocional (como las que permitieron la vigilancia de plataformas en EE.UU. promulgadas tras los actos terroristas del 11-S), el artículo subraya que si la tecnología permite la vigilancia, los gobiernos -u otras entidades- la utilizarán para recopilar datos
- 18. Los acontecimientos de 2018 superaron esta tesis, cuando se descubrió que los datos de más de 50 millones de usuarios de Facebook habían sido utilizados por la empresa Cambridge Analytica para influir en las elecciones presidenciales de EE.UU. elecciones de 2016, entre otras. En una entrevista en *Wired* en marzo de 2018 (Thompson 2018), Mark Zuckerberg, consejero delegado y fundador de Facebook anunció su creencia de que las empresas deben autorregularse cuando se trata de cuestiones relacionadas con la privacidad, pero apenas un mes después, durante una declaración

- ante el Congreso estadounidense (Associated Press 2018), Zuckerberg sugirió una regulación gubernamental de las empresas que tratan con los datos de los usuarios.
- 19. Muntadas es un excelente ejemplo sólo humano. El catálogo de 2002 exposición 'On Translation' en el museo de arte contemporáneo de Barcelona MACBA del artista Antoni Muntadas incluye textos breves de varios autores que reflexionan sobre las distintas piezas expuestas. Caterina Borelli (Muntadas et al. 2002, 252) escribió un breve comentario sobre una de las obras expuestas en la muestra: una entrevista de la CNN con Pablo Poliaschenko, intérprete de ruso a inglés durante la Guerra Fría. Poliaschenko interpretó para el presidente de la URSS Gorbachov en sus conversaciones con el presidente estadounidense Ronald Reagan que llevaron el control de armas nucleares a ambos países a finales de la década de 1980. Para acelerar las conversaciones, decidieron cambiar el método de comunicación de la interpretación (cuando el intérprete escucha toda la frase antes de interpretarla) a la interpretación simultánea (realizada en tiempo real). Esto exige mucho más al intérprete, que tiene que anticipar parte de lo que se dicho e incorporar todo tipo de referencias que van 'mucho más allá de lo puramente lingüísticas". El ensamblaje intérpretepresidente requiere un cierto grado de actuación para ser operativo. Como Borelli menciona en su análisis de las cintas de la entrevista, la posibilidad de que la interpretación sea objetiva es pequeña, lo que significa que hay una doble interpretación: primero la del intérprete y después la del presidente. Tal situación confiere un enorme poder al intérprete, como puede comprenderse viendo la entrevista. Alcanzar un nivel óptimo de rendimiento, tanto individualmente como parte de un grupo, es por tanto clave en este tipo de ensamblaje.

3 Documentos

Este capítulo examina los documentos seleccionados para la recopilación. Se dividen en cuatro grupos, producidos a lo largo de la tesis. El hilo conductor es la creación de varios tipos de plataformas, con la excepción de "Resign Desearch" (Cuartielles 2004), que escribí al inicio de mi investigación como manifiesto de lo que debería ser el diseño de interacción en el futuro.

Los documentos describen cinco plataformas diferentes en las que tuve diversos grados de implicación. En algunos de ellos mi papel fue meramente el de diseñador de interacción, como en el sistema de localización en interiores (Casas et al. 2002, 2007), mientras que en otros fui desarrollador o incluso el diseñador principal. Mi papel cambió de un proyecto a otro, lo que me dio la oportunidad de formarme una idea de cómo los distintos especialistas pueden influir en la creación de plataformas. Así pues, cada uno de los trabajos presenta a un investigador, desarrollador, diseñador o proyecto, como se refleja en la forma escrita de cada uno. Comienzo con una cronología para contextualizar la recopilación y trazar su "hilo conductor" (capítulo 1) y, a continuación, presento cada documento, mi rol y el resultado, concluyendo con los puntos clave que emergen de los trabajos.

La compilación en contexto

La recopilación de tesis comprende cuatro grupos de trabajos de un periodo de unos quince años (véase la Fig. XXX), que informan de proyectos sobre la práctica de la investigación a través del diseño, el despliegue en la vida real de redes de sensores inalámbricos, el diseño de plataformas conectadas, la creación de sistemas electrónicos modulares, y la implementación y prueba de artefactos portátiles. El hilo conductor de todas las ponencias es la práctica del diseño contemporáneo, con su implementación de prototipos, pruebas con usuarios, iteración de conceptos, y la reflexión tanto durante como al final del proceso.

- (i) Investigación a través del diseño
- D. Cuartielles, Resign Desearch: La evolución darwiniana de las especies de pensamiento contemporáneas. En P. Ehn & J. Lowgren (eds.), *Design [x] research: Essays on interaction design as knowledge construction* (Malmö: Malmö University Press, 2004).
- (ii) Sistemas de localización en interiores
- R. Casas, D.Cuartielles, Á. Marco, H. J. Gracia y J. L. Falcó. Problemas ocultos en el despliegue de un sistema de localización en interiores. *IEEE Pervasive Computing*, 6(2) (2007), 62-9.
- (iii) Proyectos europeos de investigación
- D. Cuartielles & D. Taylor. Entregable número D2.1: Fichas técnicas de SandS Motherboard and Modules (Malmö: Social&Smart, 2013b) [SandS].

- D. Cuartielles. Entregable número D2.2: Informe sobre manuales de electrodomésticos pensantes (Malmö: Social&Smart, 2014a). [SandS].
- D. Cuartielles, E. Katterfeldt, G. Dabisias & A. Berner (2015). Entregable número 4.2: Report on Final STEM Learning Kit with Integrated Learning Analytics for Trials (Malmö: PELARS, 2015) [PELARS].
- (iv) Exploración de la háptica
- D. Cuartielles, A. Göransson, T. Olsson & S. Stenslie. Háptica móvil Desarrollo de tecnología háptica móvil a través de la exploración artística. *Haptic and Audio Interaction Design* (Berlín: Springer-Verlag, 2012b), 31-40.
- D. Cuartielles, A. Göransson, T. Olsson y S. Stenslie. Desarrollo de editores visuales para patrones hápticos de alta resolución. *The Seventh International Workshop on Haptic and Audio Interaction Design*, 42-4 (Lund: HaptiMap, 2012c)
- D. Cuartielles, A. Göransson, T. Olsson y S. Stenslie. Percepción teleháptica. En *Proceedings of the 7th conference on Tangible, embodied and embedded Interaction*, *TEI 2013*, 1-8 (Nueva York: ACM, 2013c).

Los trabajos -excepto el manifiesto "Resign Desearch" (Cuartielles 2004)- informan de las conclusiones de los proyectos que estuvieron fuertemente influidos por el marco sugerido en el capítulo 2 en relación con el tamaño, el rendimiento y el ritmo. Para cada proyecto, diseñé herramientas en colaboración con otros investigadores y usuarios, destinadas a fabricar plataformas, utilizando tecnología punta que enviaban datos a otros dispositivos de una red. El contexto de todos los proyectos es una sociedad en red en la que los no humanos comparten agencia con los demás actores: de ahí las cocinas que sugieren recetas sobre la base de un intercambio de información con otras cocinas y cocineros; plataformas educativas que invitan a los profesores a ofrecer ayuda a un grupo de alumnos porque detectan un determinado patrón de comportamiento durante una clase; prendas de vestir que conectan a grupos de personas de todo el planeta; y patrones de interacción física de numerosos dispositivos programados a través de interfaces visuales.

Haciendo referencia a Björgvinsson et al. (2012) sobre la infraestructura, el objetivo de todos los proyectos era crear una tecnología que mejorara la calidad de vida a través de la intermediación de dispositivos y servicios digitales en red. Algunos de los proyectos tenían un mayor valor de plataforma que otros: el sistema de localización en interiores pretendía claramente ser una tecnología subyacente a la que pudieran añadirse servicios; estaba previsto que el proyecto SandS estableciera la norma de facto sobre cómo reciclar los electrodomésticos de cocina existentes, agrupándolos en las cocinas del futuro con inteligencia distribuida entre los artefactos y la red; el proyecto PELARS estaba pensado como infraestructura de educación, disponible en todas las escuelas; y los experimentos hápticos representan una serie de kits creados para mejorar la comunicación humana mediante retroalimentación física, al tiempo que forman parte de una

red IoT de dispositivos vestibles (wearables).

Estos trabajos son el resultado de proyectos que, como muestra el calendario de la tesis muestra (Fig. XXX), se desarrollaron en paralelo a otras iniciativas en las que también participé. Es imposible considerar los distintos proyectos presentados en esta tesis como experimentos aislados, ya que se realizaron en conjunción con la puesta a prueba de otros conceptos. Ideas, prototipos, procesos, y todo tipo de herramientas de diseño y resultados se cruzaron entre los distintos proyectos. Por ello, al elegir los trabajos para la compilación, he maximizado la cobertura conceptual de mi trabajo a la vez que he manteniendo los aspectos centrales del diseño de plataformas representados en el texto.

Resign Desearch

He elegido la primera publicación (Cuartielles 2004) porque trata de la etimología de la palabra "diseño" y lo que diferentes autores piensan sobre ella. Inspirándome en Gaver (2012) escribí un manifiesto sobre hacia donde pensaba que debía trabajar. Con mi formación técnica tenía una comprensión más profunda de la tecnología que otros diseñadores de mi contexto -yo podía hacer uso de la tecnología del mismo modo que los artesanos trabajarían con otros materiales. En palabras de Redström (2001, iii), 'las cosas computacionales pueden convertirse en partes integrantes de los entornos cotidianos' mediante el uso de 'materiales cotidianos en el diseño de cosas computacionales'. Intenté ir más allá de este punto de vista en mi investigación, sin embargo, a medida que encontraba, y sigo encontrando, cada vez más ejemplos de cosas computacionales convirtiéndose en materiales de diseño cotidianos.

Así pues, mi ensayo "Resign Desearch" se propuso desmitificar el uso de las tecnologías de computación físicas como herramientas de creación. En aquel momento, era cada vez más habitual que los proyectos de diseño de interacción incluyeran algún elemento técnico específico. Diseñadores de todas las disciplinas aprenderían sobre una determinada tecnología y realizarían un proyecto a partir de ella. La pretensión detrás de esta primera publicación era sencilla: dada una tecnología correctamente diseñada, debería ser posible utilizarla del mismo modo que un sastre utiliza tela o un carpintero utiliza la madera. Debería ser posible tener como resultado no sólo una elemento, sino toda una colección, ya que debería ser posible utilizar la tecnología como material de esbozo.

Primero examiné los orígenes de los términos "diseño" e "investigación" en diferentes idiomas. Mi intención era establecer el tono de lo que podría significar y cómo podría posicionarse para ocupar un espacio único en el panorama académico. La investigación del diseño (ID), o la investigación a través del diseño como la describe Gaver (2012), puede hacer uso de la subjetividad y utiliza estudios de casos para ofrecer una visión diferente o una problematización de un determinado campo. La investigación cualitativa aplicada, seña de identidad de la ID, es ahora más aceptada como disciplina académica, debido a la combinación de sus principales técnicas etnográficas con la realización de encuestas

más tradicionales (Creswell & Plano Clark 2011).

Al final del ensayo había hecho ingeniería inversa de la investigación del diseño al utilizando la expresión "Resign Desearch". Un manifiesto pragmático a favor de un tipo diferente de investigación para el campo del diseño, permitía el juego y, en ocasiones, la incorrección política. Fue un intento de nombrar un campo del diseño que acogiera la exploración a través del juego, las encuestas a través de la intervención y el aprendizaje a través de la observación.

El manifiesto de la R Resign Desearch

Para contextualizar el manifiesto, fue escrito cuando comencé mi investigación, cuando había estado muy activo creando experiencias de usuario como parte del grupo artístico Aeswad v colaborando con los diseñadores de la empresa Unsworn en Malmö, Suecia. [^1^](#fn1){#fnref1.footnoteRef} La colaboración, que tuvo lugar en 2003, se denominó 'Desearch and Revelopment' (sic) y consistió en la creación de una serie de trajes que fueron mejorados con tecnología. [^2^](#fn2){#fnref2.footnoteRef} Yo era el único participante en este experimento que estaba totalmente capacitado en electrónica, lo que significaba que vo era el responsable de fabricar algunos de los prototipos electrónicos que se deberían llevar. Al mismo tiempo yo trabajaba en el proyecto "Movilidad y aprendizaje" de la Universidad de Malmö, donde interactuaba con los estudiantes intentando averiguar cómo diferentes herramientas y espacios afectaban a los procesos de aprendizaje. Estaba entonces fuertemente bajo la influencia del trabajo realizado en el Royal College of Arts (Londres) en el campo del 'diseño crítico' (Dunne 1999), que me llevó a escribir un manifiesto que combinaba una serie de ideas: la inclusión de los participantes en el diseño, la negociación de los resultados del diseño y el uso de métodos no convencionales. Dada mi formación como ingeniero, esto me sirvió para trazar una línea de trabajo que me viera investigando a través del diseño y menos utilizando métodos tradicionales de ingeniería.

Un pasaje del manifiesto dice lo siguiente:

'Resign Desearch' se convierte en el término que se refiere a reafirmar la esencia de la búsqueda con métodos no convencionales... La RD no puede permitirse fracasar en un proceso de investigación. Para investigar, hay que hacer diseño, lo que probablemente implicará el estudio de las personas. La ideología de RD es no permitirse fracasar al contar con las personas, ya sean usuarios o clientes, como receptores del resultado del diseño. Por lo tanto, la validación de hipótesis no es una herramienta que pueda utilizarse, para no tener una excusa para tener la razón aunque no se consiga el objetivo. La RD tiene que aprender tanto de los éxitos como de los fracasos, sin dejar de llamar a las cosas por su nombre. (Cuartielles 2004, 34)

De este modo, la Resign Desearch se define como una variedad del codiseño, que, debido a la importancia de la participación del usuario, no puede fracasar. Yo

he mencionado específicamente la validación de hipótesis, un método de investigación que podría llegar a una conclusión negativa como forma de ejemplificar el hecho de que el fracaso con mayúsculas no es una opción si se implica a los usuarios. El resultado podría acabar siendo totalmente distinto de lo esperado, incluso transformando la pregunta de investigación, pero no hay fracaso como tal porque no había un objetivo preconcebido.

La validación de hipótesis, que puede resultar fallida o incluso falsa, puede provocar el rechazo del usuario en función del grado de implicación. Yves Zimmermann, uno de los autores de los que hablé en el documento, introdujo la idea de 'éxito frente a fracaso'. Mientras que 'el deber del diseñador es producir soluciones satisfactorias' (Zimmermann 1998), el término 'satisfactorias' puede resultar controvertido en el sentido de que, como disciplina académica, el diseño debería poder adherirse a los mismos paradigmas que el resto del mundo académico. Debería ser posible, por ejemplo, llevar a cabo una investigación sobre diseño sólo para falsificar una teoría. La investigación en diseño, sin embargo, a menudo se lleva a cabo de forma diferente a otras disciplinas, y suele implicar a los usuarios mucho antes en el proceso de investigación que, por ejemplo, en farmacología, donde los ensayos clínicos pueden durar años. Sin embargo, Zimmermann no se refería a la investigación de diseño académico; es un profesional y se refería a la situación en la que un diseñador que trabaja para un determinado usuario se enfrenta a una fecha límite y tiene que proporcionar a ese usuario una solución válida. Hay distintas formas de lograr este objetivo de encontrar soluciones "preferidas" que sigan satisfaciendo al usuario. Mientras que diseño participativo, que implica una implicación mucho mayor del usuario en el proceso de diseño, fue la respuesta de Zimmermann, otra forma -como sugerí en el manifiesto- podría ser la creación de colecciones, que ofrezcan una gama de posibles soluciones a un mismo problema. Mi sugerencia era que el DR, como subdisciplina del diseño de interacción, era la elección obvia del campo donde, dado el tiempo y los recursos, siempre se podía encontrar una solución a un reto. Exploré más a fondo esta idea de las colecciones en el manifiesto:

El DR no tiene resultados únicos como resultado de los proyectos. Se propondrá el uso de servicios, dispositivos y herramientas ya existentes, o bien se concluirá con una "colección" ... Llegará el día en que en lugar de pensar en la creación de prototipos como poner componentes electrónicos juntos, sacaremos las interfaces de cada nexo cognitivo de una caja y los uniremos en un dispositivo ... Todo el mundo en este negocio trabajará con la colección como forma básica de diseñar, y nosotros evaluaremos patrones de interacción más complejos. (Cuartielles 2004, 34)

En ese momento, sin embargo, desconocía la noción de repertorio de Schon. 'A medida que un profesional experimenta muchas variaciones de un pequeño número de tipos de casos', escribe Schön, 'es capaz de "practicar" su práctica, ... desarrollar un repertorio de expectativas, imágenes y técnicas' (1983a, 60). Tampoco estaba familiarizado con la noción de Gaver del portafolio anotado

(2012). Sin embargo, ambos conceptos podrían haber dado forma a la noción de colecciones, arrojando luz sobre cómo se desarrolla la noción en el presente. Mi visión en el manifiesto de la electrónica modular se está haciendo realidad, y puesto que la electrónica digital básica es ahora una mercancía, es posible diseñar utilizando piezas estándar disponibles en el mercado, en lugar de tener que empezar cada vez desde los primeros principios. Como se propone en el manifiesto, esto permite a a los diseñadores incorporar la electrónica, así como a los usuarios, en sus prototipos en una fase mucho más temprana.

Cuestiones ocultas en el despliegue de un sistema de localización en interiores

El sistema de localización en interiores (ILS) fue un proyecto conceptualizado por Jorge Falco y Roberto Casas en la Universidad de Zaragoza (Unizar). Me incorporé como diseñadora de interacción para ayudar en el diseño de la interfaz de usuario que definiría cómo lo utilizaría la gente, y también para definir cómo la gente interactuarían con él como componente de un cuadro de mandos existente de algún tipo. En cierto modo, mi papel era ayudar a definir una interfaz de programación de aplicaciones (API) para que otros paquetes de software pudieran conectarse al el ILS. A continuación, construiría un ejemplo, el llamado software espacial kit de desarrollo de software espacial (SSDK), un paquete de software para aumentar los espacios con retroalimentación sonora localizada que se presentaría en la exposición de la Conferencia de Diseño Participativo PDC04. El ILS sería un periférico de lo que denominé kit de desarrollo de hardware espacial (SHDK), que incluía el ILS y ordenadores como herramientas de navegación.

El ILS estaba formado por tres bloques diferentes: una serie de balizas, una o más balizas, y un ordenador. Las balizas enviaban ultrasonidos sincronizados para que las etiquetas los recibieran. Las etiquetas informaban al ordenador mediante Bluetooth cuándo habían recibido pulsos de cada baliza. El ordenador podía calcular el tiempo de vuelo de las señales de ultrasonidos de cada etiqueta, y calculando ese bloque de datos podía estimar la ubicación de cada etiqueta con una precisión de cinco centímetros. Este tipo de resultado estaba muy por delante de otras soluciones técnicas de la época. El software creado para realizar todos estos complejos cálculos, PISHA (Positioning Indoor Sistema de Posicionamiento en Interiores de Alta Precisión), incluía un puerto de comunicación abierto para que otros paquetes de software pudieran utilizar la información de posicionamiento. Construí un prototipo para mostrar las posibilidades de un sistema así en la creación de paisajes sonoros (Cuartielles & Malmborg 2004) en lo que preveía como una futura plataforma para el aumento artístico de los espacios mediante el sonido.

El artículo publicado en el *Pervasive Computing Journal* (Casas et al. 2007) es un resumen del trabajo de diseño realizado por todo el equipo para el ILS. Se presentan las características técnicas junto con las posibilidades de configuración, el diseño de la interfaz de usuario, la conectividad y reflexiones sobre el futuro

de un sistema como éste. El aspecto más importante del artículo en el contexto actual es la reapropiación sugerida de los espacios existentes mediante nueva tecnología que no estaba previsto instalar allí en primera instancia, un tema que estaba entre las cuestiones ocultas que descubrimos durante el proceso iterativo de montaje y desmontaje del sistema. [^3^](#fn3){#fnref3.footnoteRef} Al implantar plataformas que tienen cualquier tipo de manifestación material, va a haber una tensión entre la vieja materialidad -el espacio en el que la plataforma será desplegada-y la nueva materialidad-la combinación del propio espacio junto con el sistema- que debe tenerse en cuenta en el proceso de diseño desde el principio. Del mismo modo, no es posible prever todos los retos a los que habrá que enfrentarse durante el proceso de diseño, de ahí las "cuestiones ocultas".

Los informes de la UE como diarios de diseño

Suministré entregables para dos proyectos de la UE: los entregables D2.1 y D2.2 para el proyecto SandS (Cuartielles y Taylor 2013b; Cuartielles 2014a) y el entregable D4.2 para el proyecto PELARS (Cuartielles et al. 2015)-en forma de diarios de diseño, que incluyen descripciones de las piezas, reflexiones sobre el proceso de diseño, lo que funcionó, etc. Mi papel en ambos proyectos fue como responsable de la investigación del grupo Arduino, coordinando el desarrollo de tecnologías, encargándome de las comunicaciones con los socios participando en sesiones de codiseño para conceptualizar prototipos, y coordinando el esfuerzo académico detrás de los proyectos. En ocasiones también actué como desarrollador, y diseñé placas de circuitos o escribí código para algunos de los prototipos. Edité los entregables desde esa perspectiva, describiendo las tecnologías que habíamos creado ad hoc para los proyectos SandS y PELARS. Aunque los proyectos se referían a contextos muy diferentes, las herramientas que creamos son muy relevantes para la discusión aquí.

SandS

El proyecto SandS ('Social and Smart: electrodomésticos intercomunicados y recetas compartidas fusionadas en una omnipresente infraestructura de servicios web") se desarrolló desde 2012 hasta principios de 2016. El objetivo principal era la creación de una ecología de electrodomésticos de cocina inteligentes que compartirían información en una red social en la que los aparatos y las personas interactuarían y compartirían recetas. Había dos tipos: recetas centradas en la máquina y recetas centradas en el ser humano. Las recetas centradas en las máquinas eran listas de tareas secuenciales para que las máquinas las realizaran, donde las órdenes se enviaban desde una representación virtual de sí mismas hasta el propio hardware. Era como si la inteligencia de la máquina -su inteligencia- estuviera colocada en la nube. Las recetas humanas eran también listas de tareas implicadas en determinadas tareas o en la cocina. Las recetas humanas podían traducirse en recetas de máquina, teniendo en cuenta que dos aparatos iguales (por ejemplo, dos hornos) podían ser totalmente diferentes en términos de elementos calefactores o ventiladores, pero también en términos de

asequibilidades en la interfaz.

La gente podría buscar recetas en una red social (por ejemplo, 'quitar mancha de frutos rojos') y la red haría un análisis semántico para determinar si la base de datos contenía algo remotamente similar (por ejemplo, 'quitar mancha de fresa') y ofrecería a los usuarios la respuesta más parecida posible. El middleware SandS -una pieza de software que reside en la nube-representaba cada uno de los dispositivos de una cocina así como los sensores y actuadores de cada uno. De este modo, el middleware tradujo las recetas humanas a una receta genérica de la máquina, y más tarde, añadiendo la información específica del dispositivo en la cocina del usuario, la tradujo en una receta válida para ese aparato.

Mi papel en ese proyecto fue diseñar y fabricar una serie de placas de circuitos electrónicos -un kit electrónico modular- para poder piratear cualquier tipo de aparato y conectarlo a la nube SandS a través de Wi-Fi. [^4](#fn4){#fnref4.footnoteRef} Mi informe 'D2.1 Datasheets for SandS Motherboard and Modules' (Cuartielles & Taylor 2013b) explica los matices de este kit. Está compuesto por una serie de placas (placa base + módulos: Relé, MOSFET, Consumo, UI, Sensor); firmware para cada uno de los módulos; un sistema operativo para la placa base; y una pieza de software para configurar las direcciones de cada módulo a través de un ordenador personal. El informe tiene secciones para cada una de las placas como discretos objetos, que presentan sus principales características.

El trabajo que realicé en este proyecto incluyó el diseño, la prueba, la validación y fabricación de placas para que todos los socios las utilizaran en sus experimentos, razón por la cual tuvo que desarrollarse en las primeras fases del proceso. La creación de las placas presentó algunas dificultades, ya que el concepto detrás de ellas era único y requería una integración novedosa de tecnologías. Yo contribuí con una placa microcontroladora -la placa base- y un protocolo para configurar un aparato a través de un puerto digital. La placa base era una placa de doble procesador con conectividad inalámbrica que podía ejecutar un sistema operativo de última generación (en este caso OpenWRT), [^5](#fn5){#fnref5.footnoteRef} pero también podía sortear todos los posibles riesgos de latencia en el procesador al realizar acciones de comunicación añadiendo un segundo microcontrolador, exclusivamente con el fin de controlar las partes físicas del aparato.

El protocolo permitía infinitas configuraciones de los distintos módulos, asignándoles automáticamente direcciones cuando se conectaban a la placa base mediante un software de configuración especial que se ejecutaba en un ordenador personal. Nos dimos cuenta de que, para controlar la mayoría de los aparatos existentes en el mercado, sólo necesitábamos crear un pequeño número de módulos diferentes para hackear los actuadores y sensores físicos de un aparato y -a través de la placa base- mapearlos en su representación virtual en la nube. El segundo informe SandS 'D2.2 Informe sobre el Manual del dispositivo pensante' (Cuartielles 2014a) va más allá de cómo funciona cada una de las placas para explicar cómo ponerse a hackear un aparato, paso a paso, con el fin de hacerlo compatible con SandS.

SandS ofreció una visión de lo que se necesitaba en cuanto a hardware para crear una plataforma electrónica modular, pero hubo pocas oportunidades en el proyecto para explorar las posibilidades de este sistema modular con usuarios finales. En cierto sentido, SandS nunca pretendió ser un proyecto para usuarios finales; estaba destinado a los técnicos, que modificarían los aparatos que utilizarían los usuarios finales. Por lo tanto, no se pensó mucho en cómo el sistema podría utilizarse en, digamos, un contexto educativo en el que los mismos módulos serían utilizados y abusados por múltiples personas. SandS estaba pensado para montarse una vez y dejarse ahí. Por lo tanto, es más que una plataforma, SandS debería definirse como un kit. Si hubiera habido una continuación del proyecto, un despliegue de cierto tamaño y un debate con los usuarios sobre cómo dar sentido a algunas de las lecciones aprendidas durante las pruebas, este sistema podría haberse convertido fácilmente en una plataforma. Sin embargo, mientras no saliera de los laboratorios de investigación, sólo era un candidato a plataforma.

PELARS

El proyecto PELARS ('Análisis, investigación y soporte del aprendizaje experiencial basado en la práctica'), que se desarrolló entre 2013 y 2017, existía para apoyar escenarios de aprendizaje basados en proyectos en los que los estudiantes trabajaran en grupos para crear nuevos artefactos. Los distintos socios colaboraron en la creación de un nuevo tipo de escenario de aula, con islas donde los grupos de estudiantes podían trabajar. Cada una de las islas incluía una compleja aumentación tecnológica dedicado a seguir si los alumnos pasaban el tiempo hablando entre ellos, interactuando con los materiales, codificando o simplemente mirando la pantalla. Las islas eran mesas redondas, diseñadas para permitir a los alumnos trabajar de pie o sentados. La mesa tenía un ordenador integrado, pero también una pizarra blanca y un sencillo almacén para materiales.

El aumento técnico de este entorno de aprendizaje colaborativo asistido por ordenador que ejecutaba un software llamado Colector, dedicado a la captura de datos procedentes de los diferentes contextos detectados. Una combinación de cámaras de infrarrojos y RGB eran capaces de rastrear la ubicación de los alumnos y, utilizando los marcadores que llevaban los alumnos, la dirección en la que miraban. Esto nos permitió medir comportamientos complejos como si los participantes en los experimentos utilizaban las manos para construir o para programar. También pudimos observar si nuestros sujetos miraban a la pantalla, unos a otros, o a otra cosa. El sistema contaba con un 'mecanismo de captura de sentimientos': un teclado reducido compuesto únicamente por dos grandes botones que podían pulsarse para indicar si los alumnos se enfrentaban a un problema con el experimento o si querían marcar que tenían un buen sentimiento sobre su proyecto. Junto con mi equipo de Arduino Verkstad AB, creé un nuevo tipo de plataforma de creación de prototipos hecha de bloques electrónicos inteligentes y un lenguaje de programación visual que los participantes

utilizarían para crear prototipos de artefactos interactivos. Otro de los equipos creó una aplicación móvil que los estudiantes utilizaron para documentar sus progresos con textos breves e imágenes. Por último, el proyecto contaba con un componente analítico que podía cartografiar los datos procedentes de cada herramienta de detección, de la plataforma electrónica y de los botones de sentimiento en una infografía que alumnos, profesores e investigadores pudieran utilizar para comprender el proceso.

Los investigadores realizaron docenas de experimentos utilizando este sistema en diferentes lugares, con estudiantes de diferentes disciplinas y grupos de edad. [^6^](#fn6){#fnref6.footnoteRef} Observaron los procesos detrás de los diferentes proyectos y dieron una calificación cualitativa para cada uno. Si se ampliara el proyecto, me gustaría que los datos recogidos del sistema utilizado crearan un motor de inferencia, una IA, que pudiera anticipar si los alumnos necesitarían la intervención del profesor en caso de detectar que los alumnos tenían dificultades con el código.

Un sistema de este tipo, que vigila constantemente la evolución de los usuarios, interactuando con él e informando a un servidor en algún lugar donde los datos se procesan, requiere un enfoque muy cuidadoso durante el diseño, ya que puede clasificarse fácilmente como un sistema de vigilancia. Esta fue una advertencia que explicábamos cada vez que se presentaban los artefactos PELARS en un foro público. Aunque el sistema capta información de quienes interactúan con con él, todos los datos son anónimos por diseño, salvo las imágenes que los usuarios acabarán capturando por sí mismos. Simultáneamente, los datos se procesaron y renderizaron como visualizaciones diseñadas para ser iniciar conversaciones por los usuarios y los educadores que llevaban a cabo los experimentos. A largo plazo, lo que buscábamos era una forma de cartografiar el tipo de procesos e interacciones de quienes interactuaban con el sistema, casándolo con un análisis cualitativo de los resultados de su trabajo. La intención de este mapeo no era calificar a quienes interactuaban con el sistema, sino informar en tiempo real a los educadores de si un grupo podría necesitar ayuda.

Aunque mi papel en el proceso no era evaluar las consideraciones éticas en este prototipo, es inevitable preguntarse si este tipo de sistema debería construirse en primer lugar. Es técnicamente posible abusar de casi cualquier artefacto, ya sea hardware o software, pero requeriría un esfuerzo considerable abusar de un sistema en el que la agencia es puramente informativa. En el caso de este diseño, no hubo un proceso de delegación moral como el descrito por Adam et al. (2005)-los alumnos no debían ser calificados por la información proporcionada por el sistema-lo que sin duda limita la posibilidad de abusar de del sistema.

Por último, dado que el proyecto PELARS no era sólo un esfuerzo técnico sino también esfuerzo académico, algunas de sus conclusiones se publicaron después de que el proyecto finalizó. Talkoo, [^7](#fn7){#fnref7.footnoteRef} el prototipo para el experimento de computación física con estudiantes creado para PELARS, apareció en el *International Journal of Child-Computer Interaction* en un artículo sobre "Informática física con kits de herramientas plug-and-play

(Katterfeldt et al. 2018) en el que resumimos la experiencia de ejecutar docenas de experimentos con el kit de herramientas de computación física, y concluimos que"no solo debemos pensar en el diseño de los kits, sino también en los los contextos de aprendizaje en los que se implementan estos kits". Los kits de computación física, idealmente, deberían incluir orientaciones adecuadas para su aplicación en contextos educativos" (9).

Mi informe incluido aquí, 'D4.2 Report on Final STEM Learning Kit with Integrated Learning Analytics for Trials' (Cuartielles et al. 2015, 17-39) cubre varios aspectos de la plataforma de creación de prototipos Talkoo, principalmente el conjunto de herramientas de electrónica modular y el lenguaje de programación visual visual (VPL). La misión de mi equipo para el proyecto era crear una plataforma que permitiera a los participantes en las campañas de prueba PELARS prototipar rápidamente un sistema interactivo sencillo (por rápido se entiende de una a una hora y media). Habíamos llegado a la conclusión de que una VPL permitiría facilitar la programación más rápida de la interacción entre los diversos circuitos electrónicos. Diseñamos doce de estos módulos electrónicos: LED, LED RGB, MOSFET, relé, botón, potenciómetro, codificador giratorio, sensor de color, sensor de temperatura, sensor de efecto Hall, controlador de motor y controlador de servomotor. Los módulos podían conectarse entre sí entre sí mediante cables que transportaran no sólo electricidad para alimentar las placas, sino también un bus de comunicación para que las placas intercambiaran información. Entre la cadena de módulos y el ordenador se encontraba el llamado hub, un tipo especial de módulo con conectividad USB que transfiere los datos del puerto USB al protocolo físico utilizado por módulos para compartir datos.

El protocolo de comunicación que construimos para Talkoo se basaba en el protocolo I2C con el añadido de un sistema de direccionamiento automático. Por direccionamiento automático me refiero a la capacidad especial de este protocolo para asignar direcciones a los distintos dispositivos de forma interactiva, mientras se enchufan las placas al bus-una adición especial al protocolo I2C que creamos para el proyecto. El software para el proyecto, así como el diseño conceptual de la interacción entre los bloques y entre el ordenador personal y los bloques, se inspiró en gran medida en los resultados del proyecto SandS.

La VPL incluía representaciones para todos los módulos, pero también para una serie de módulos lógicos para operaciones matemáticas y lógicas sobre los datos de los bloques que representan los sensores. Los bloques de sensores suelen tener salidas (un pequeño icono en la parte inferior) que indica que el bloque puede enviar datos. Los bloques de actuadores, por su parte, tienen entradas (un icono que indica que el bloque puede recibir datos). Los bloques lógicos pueden tener tanto entradas como salidas. Las relaciones entre bloques se pueden establecer arrastrando (clic del ratón + movimiento del ratón) desde la salida de un bloque hacia la entrada de otro diferente. Cuando dos bloques están conectados una línea une los dos bloques en la interfaz.

Sin entrar en los detalles técnicos del diseño, el VPL está dividido en front-end

y back-end y sigue una estructura modelo-vista-controlador (MVC). El frontend se encarga de que la interacción con el usuario sea fluida mientras que el back-end se encarga de la representación funcional de todos los módulos, su interacción a nivel de software entre sí y con los bloques lógicos, el control de la comunicación serie hacia y desde el concentrador, y el envío de datos al colector PELARS para su análisis. Este tipo de estructura permite una buena cantidad de ajustes, que este proyecto necesitaba porque las diversas pruebas informaron el diseño de posibles mejoras. Desarrollamos varios modelos de interacción para el VPL. Por ejemplo, uno de ellos hacía que el bloque que representaba un módulo automáticamente apareciera en un lugar aleatorio de la pantalla cuando el módulo se conectaba al el centro. De este modo, la gente no tenía que arrastrar un bloque al lienzo del programa para cada módulo conectado, sólo para los bloques lógicos. Otro de los modelos de interacción mostraba los bloques en gris que los alumnos necesitaban para realizar una tarea, y cuando el alumno conectaba uno de los módulos correspondientes a la taxonomía dibujada en la pantalla, su color desvaído volvía a la normalidad.

Háptica

Entre 2011 y 2014 mantuve una colaboración formal con el noruego artista e investigador Stahl Stenslie, y los investigadores suecos de IxD Tony Olsson y Andreas Göransson, en un proyecto que dio lugar a una serie de prototipos y documentos sobre la creación de piezas de arte interactivo que incluían retroalimentación auditiva y física (Cuartielles et al. 2012a), prendas conectadas basadas en la retroalimentación táctil y háptica (Cuartielles et al. 2013c), e interfaces de programación visual para artefactos hápticos de docenas a cientos de mecanismos de retroalimentación (Cuartielles et al. 2012c). Publicamos varias notas breves, implementado piezas de arte interactivo, y experimentado en la creación de varias placas electrónicas para aumentar dispositivos digitales como los teléfonos móviles con retroalimentación háptica. Realizamos una serie de diseños diferentes trazando un claro camino evolutivo en la forma en que pensábamos sobre el diseño de interacciones hápticas corporales.

El proceso de colaboración que dio lugar a la publicación de 'Mobile haptic technology development through artistic exploration' (Cuartielles et al. 2012a) comenzó en 2008, cuando Stenslie nos mostró a los demás un prototipo temprano de una pieza vestible con sonido e háptica aumentada que requería un ordenador portátil para funcionar. Continuamos mejorando ese primer diseño añadiendo una placa que llamamos 'Dusk'. [^8^](#fn8){#fnref8.footnoteRef} Este primer collage técnico fue utilizado por Stenslie en dos artefactos vestibles: World Ripple, que proporcionaba al visitante una experiencia geolocalizada, recorriendo una ciudad en busca de los lugares donde se habían colocado una serie de experiencias hápticas; y BlindTheatre Bodysuit, usado en interiores como parte de una representación en el Norwegian Teatro Nacional Noruego de Oslo.

Göransson y yo habíamos estado escribiendo una biblioteca para que los teléfonos Android se comunicaran con la placa Bluetooth Arduino, SweetBlue (Cuarfonos Android se comunicaran con la placa Bluetooth Arduino, SweetBlue (Cuarfonos Android se comunicaran con la placa Bluetooth Arduino, SweetBlue (Cuarfonos Android se comunicaran con la placa Bluetooth Arduino, SweetBlue (Cuarfonos Android se comunicaran con la placa Bluetooth Arduino, SweetBlue (Cuarfonos Android se comunicaran con la placa Bluetooth Arduino).

tielles et al. 2011), y un libro que explicaba cómo conectar dispositivos Android como teléfonos y tabletas a la placa Arduino Mega ADK (Göransson & Cuartielles 2012). [^9^](#fn9){#fnref9.footnoteRef} Así pues, teníamos una experiencia considerable en la creación de piezas interactivas que combinaban placas Arduino para la interacción física con Android dispositivos para ejecutar la inteligencia, así como aspectos de conectividad de prototipos. $[^{10}](\#fn10)$ $\{\#fnref10.footnoteRef\}$ Sugerimos que una mejora sencilla del prototipo de Stenslie era utilizar un teléfono móvil para crear y controlar la experiencia en lugar de un ordenador completo, y una placa Arduino para controlar los hápticos que planeaba embeber en varias prendas. Esto se convirtió en Psychoplastic Bodysuit, expuesto por primera vez en Liubliana en 2010. Desarrollamos diferentes diseños: la Flor, un dispositivo que podía hacer funcionar 80 motores desde un único procesador; el Stitchie, utilizado para crear un collar sencillo para que varias personas pudieran comunicarse entre sí entre sí, un diseño que denominamos "conciencia teleháptica" (Cuartielles et al. 2013c); y un traje de cuerpo entero con 120 puntos táctiles (Stenslie et al. 2014). Mi contribución en los proyectos fue el diseño de la electrónica y el firmware de uno de los prototipos y la creación del concepto fundamental de un protocolo de comunicación para algunos de los diseños posteriores.

El traje de cuerpo psicoplástico, incluido en la publicación 'Desarrollo de tecnología háptica móvil a través de la exploración artística' (Cuartielles et al. 2012a), nos exigió diseñar un nuevo circuito en forma de flor. Se llevaba en la espalda, en gran parte porque ahí era donde había estado el ordenador portátil en el diseño anterior de Stenslie. Parecido a una flor, constaba de tres placas diferentes: el 'Cuore', un remake del Arduino Bluetooth, pero de forma hexagonal; la 'Hoja', una placa que podía albergar hasta 16 motores vibradores; y la 'Hoja de potencia', que llevaba la fuente de alimentación necesaria para proporcionar electricidad a todo el sistema. El funcionamiento del Traje de cuerpo psicoplástico era 'muy parecido al de World Ripple utilizaba el GPS para geoetiquetar los datos hápticos en zonas definidas por coordenadas espaciales. Al entrar en zonas predefinidas, los usuarios activarían y sentirían el espacio a través de diferentes combinaciones de patrones vibrotáctiles y sonido" (36). La Flor fue nuestro primer intento en una plataforma para la creación de retroalimentación auditivo-háptica, donde los creadores podían combinar la geolocalización como entrada y dos tipos diferentes de salidas. No produjimos muchos prototipos, pero la intención de hacer algo transferible estaba ahí. En efecto, era una continuación del trabajo que había estado realizando en 2003 sobre el ILS (Casas et al. 2004, 2007) y el SSDK (Cuartielles & Malmborg 2004).

En Google IO 2011 (Google Developers 2011) se anunció que ya era ahora posible desarrollar accesorios físicos para el sistema operativo Android para teléfonos y tabletas mediante un nuevo protocolo abierto, el protocolo Android Open Accessory (AOA) (Göransson & Cuartielles 2012). [^11^](#fn11){#fnref11.footnoteRef} La novedad consistía en que sería posible enviar y recibir datos de accesorios mediante un cable USB mientras el dispositivo se estaba cargando, y que al

conectarse el accesorio compartiría una URL que el dispositivo Android podría utilizar para descargar una aplicación que le permitiera empezar a comunicarse con el accesorio. Para animar a la comunidad de desarrolladores de Google a realizar prototipos utilizando este nuevo protocolo, Google regaló mil placas Google placas ADK. Estas placas eran un diseño derivado del Arduino Mega con el añadido de un chip (con función de host USB) que permitía la comunicación con teléfonos móviles a través de USB. Esto nos dio la idea de hacer una versión reducida del *Traje de cuerpo sicoplástico* que no necesitara Bluetooth ni tantos puntos de vibración. El objetivo era fabricar más prototipos para que más gente pudiera experimentarlo.

El experimento Sense Memory [fue un] simplificó el sistema con el fin de experimentar con un teatro al aire libre con múltiples usuarios ... el usuario experimentó "esculturas" invisibles caminando por determinadas zonas seleccionadas. Se geoetiquetaron nuevos conjuntos de esculturas/expresiones hápticas en más de 30 zonas situadas alrededor de la plaza. Una vez que el usuario entraba en una de las zonas geográficas invisibles las esculturas cobraban vida dentro de la capa como una combinación de sonidos binaurales y patrones vibrotáctiles. (36)

Llegó un momento en la construcción de estos experimentos que nos nos dimos cuenta de que necesitábamos prototipos generalizables -fácilmente replicables y escalables para que más usuarios pudieran probarlos. Este fue nuestro primer intento de plataforma hecha de forma consciente.

Otro resultado relevante aquí fue la creación de una serie de editores para experiencias hápticas. [^12^](#fn12){#fnref12.footnoteRef} Yo tuve algo que ver en su conceptualización, pero todo el mérito técnico es de Andreas Göransson, que realizó la codificación. La evolución de los distintos editores se documentó en 'Developing Visual Editors for High-Resolution Haptic Patterns' (Cuartielles et al. 2012c), donde una de las principales contribuciones a la idea del diseño de retroalimentación de salida múltiple fue la invención de un sistema basado en la línea de tiempo para definir la retroalimentación de una multiplicidad de puntos hápticos. El hecho de disponer de un sistema de este tipo disponible fue crucial para su identidad como plataforma en ciernes. Al hacer posible el editor háptico visual, permitimos a los creadores construir fácilmente construir sus propios patrones hápticos, y en versiones posteriores del software añadirlos a lugares específicos de un mapa.

La experiencia de crear los prototipos hápticos iniciales, junto con los conceptos surgidos de las distintas iteraciones del software creado para programar los comportamientos de las prendas interactivas, nos llevó a crear un nuevo tipo de módulo electrónico, al que llamamos Stitchie. Analizado en un par de ponencias, el mejor ejemplo se presentó en el breve artículo sobre "Conciencia teleháptica" (Cuartielles et al. 2013c), en el que se presentaba un sistema que utilizaba cuatro Stitchies conectados a un módulo Bluetooth para crear una prenda conectada. Al tocar las placas del interior de la prenda, el usuario enviaba una señal a todas

las demás prendas conectadas y proporcionaba retroalimentación de fuerza a los demás usuarios de la zona.

El Stitchie fue un nuevo diseño de un único punto de accionamiento sensible al tacto que surgió al pensar en cómo crear sistemas que permitieran crear sistemas hápticos fácilmente ampliables y configurables. El diseño básico consistía en un simple tablero para percibir simultáneamente si alguien la estaba tocando y vibrar en caso de recibir una orden a través de un puerto de comunicación. Cuando se tocaba, la placa enviaba una indicación a través del mismo puerto. Fue el circuito resultante, en un diseño electrónico de Tony Olsson, que fue el Stitchie. Se podía conectar en serie en una cadena casi infinita, sólo limitada por la cantidad de energía necesaria para hacer funcionar varios motores simultáneamente. Yo contribuí con el protocolo que hizo posible conectar los Stitchies entre sí, mientras que Göransson hizo la aplicación para teléfono que permitía a los sistemas compartir información sobre los distintos puntos de interacción con un servidor estándar de transporte de telemetría por cola de mensajes (MQTT). El resultado del diseño fueron dos experimentos diferentes: un collar con cuatro puntos táctiles que llevamos durante un periodo prolongado para establecer qué se sentía al estar físicamente conectado a un grupo de personas a lo largo del tiempo (Cuartielles et al. 2013c), y un traje de cuerpo entero con 120 puntos de contacto (Stenslie et al. 2014).

En cierto sentido, la placa Stitchie, junto con un chip Bluetooth, el software, la aplicación para el teléfono y el servidor MQTT para intercambiar datos de diferentes sistemas eran en conjunto un prototipo de plataforma. Estaba abierto a infinitas configuraciones, pero sólo disponíamos de un tiempo limitado para probar cosas.

Resumen

Para contextualizar los trabajos incluidos en la recopilación, en este capítulo he explicado los conceptos centrales y la relevancia de cada uno en orden, clasificando los prototipos y proyectos que analizan según los parámetros descritos en el capítulo 2 -tamaño, rendimiento y ritmo. Si bien es una forma útil de clasificar el resultado de un proceso de diseño, este tipo de marco tiene sus limitaciones porque pasa por alto otros aspectos de los proyectos. Por ejemplo, ¿qué ocurrió con la tecnología elegida para los prototipos SandS? ¿Deberían basarse las elecciones técnicas únicamente en el crecimiento previsto del sistema? ¿Puede un análisis centrado en el tamaño ser suficiente para informar mi proceso de diseño, y sobre todo si una determinada tecnología es lo suficientemente buena para implementar una plataforma o no? ¿En qué medida afectan otros factores como el coste de los sistemas a la tecnología de difusión? ¿Se abordan las cuestiones democráticas, entendidas como acceso a la tecnología y la gobernanza de los sistemas, utilizando tales conjunto de herramientas? ¿Y qué hay de la sostenibilidad del sistema? ¿Hay alguna forma de garantizar que funcione durante todo el tiempo que los usuarios puedan necesitarlo dado el actual marco?

Un análisis de los proyectos es insuficiente por sí solo para identificar si alguno de los proyectos podría haberse convertido en una plataforma. Estas publicaciones comprensiblemente no captan ninguno de los matices del trabajo en otros proyectos de procesos de diseño que se desarrollaron en paralelo, que no fueron poco importantes para el desarrollo de mi comprensión del diseño de plataformas como campo. La línea de tiempo (Fig. XXX) contextualiza no sólo la secuencia de publicaciones, sino también cómo se relacionaban con otros proyectos. La cuestión es que los trabajos no mencionan esos otros proyectos, a pesar de estar dependientes de ellos (por ejemplo, Arduino fue necesario en la creación de los prototipos SandS). Por lo tanto, volveré más adelante sobre los proyectos y procesos de diseño que son relevantes aquí, pero que aún no han sido publicados (véase el capítulo 5).

El hecho de que la experiencia relevante se pierda cuando no se documenta en un formato académico es motivo para analizar qué constituye un "corpus de trabajo" en un campo como el diseño de interacción, donde los prototipos físicos, dispositivos, trabajos etnográficos, manuales, código, diarios de diseño, etc. son decisivos para la producción de conocimiento. El esfuerzo invertido por un investigador de diseño en un prototipo como Talkoo para el proyecto PELARS no se presta a la publicación, y lo mismo ocurre con el tipo de de interacciones que posibilita, a pesar de que probarlo proporciona una mejor comprensión de lo que hace el prototipo. Aunque un prototipo no es un resultado académico válido si no se documenta en forma de una publicación, los retos especiales de la investigación y el desarrollo basados en la práctica y orientados al diseño, investigación y desarrollo experimentales basados en la práctica deben tenerse en cuenta, dado el condicionamiento del formato académico, y merece la pena reflexionar sobre la necesidad de integrar más estrechamente la teoría y la praxis. El capítulo 4 presenta la metodología que puede contribuir a ello, evolucionando como lo hace en el contexto de los proyectos de investigación activista participativa, donde la dificultad de documentar lo que ocurre en una red de actores es una cuestión pertinente.

1. Aeswad era el acrónimo de 'Am Ende Sind Wir Alle Deutsche', un grupo artístico grupo que cofundé con Otto von Busch, Pia Skoglund y Fredrik Svensson, todos ellos antiguos alumnos de la Universidad de Malmö. Este grupo se prometió a sí mismo que no dejaría ningún registro escrito, y se centró en la creación de experimentos y experiencias para que la gente hablara de las cosas que veían. El grupo tuvo un éxito moderado, habiendo sido invitado a la Bienal de Estambul de 2003 y a la Bienal de Berlín de 2004, y tuvo una serie de clientes habituales, entre ellos el gobierno sueco organismo Innovation Skåne y la empresa española Daisalux.

Unsworn era una empresa/estudio de diseño de interacción fundada por dos diseñadores de interacción de Malmö, Magnus Torstensson y Erik Sandelin, que trabajó para museos, exposiciones y empresas hasta que cerró a principios de 2017.

- 2. La obra consistía en una representación en la que cuatro "monjes de la energía recorrían el mundo alabando las fuentes puras de electricidad. En la actuación cuatro hombres se disfrazaron de monjes, con sus túnicas atadas con electroimanes. Los imanes funcionaban con un paquete de pilas que cada monje llevaba en el vientre. Los artistas tenían que acercarse a la gente por la calle y pedir permiso para recargar sus baterías. La actuación se repitió varias veces, comenzando en Copenhague en el festival de la media máquina en el verano de 2003. Los intérpretes procedían de Aeswad y Unsworn.
- 3. Al instalar el sistema PISHA, todos los bloques que eran inalámbricos y que podían comunicarse entre sí y con un ordenador a través de Bluetooth requerían cables de alimentación, lo que significaba que podríamos haber evitado utilizar una tecnología inalámbrica en su diseño, ya que todavía teníamos que cablear toda la sala para alimentarlo.
- 4. Durante el desarrollo del proyecto SandS, siempre pensé en él como una plataforma, en gran medida porque parecía una forma de crear múltiples configuraciones de componentes modulares. Pero desde una perspectiva de uso cuando un técnico va a piratear otro horno de la misma marca, SandS no es más que un kit: una serie de piezas para configurar un determinado tipo de artefacto.
- 5. OpenWRT es un sistema operativo basado en Linux pensado para dispositivos, principalmente para puntos de acceso a Internet.
- 6. Hubo 52 sesiones grabadas con 128 usuarios, y otros 150 usuarios participaron en las pruebas, lo que hace un total de 278 participantes para la parte académica.
- 7. Talkoo proviene de la lengua finlandesa y se refiere a la comunidad de colaboración.
- 8. El tablero Dusk había sido creado por David Sjunnesson, un antiguo alumno mío que había colaborado con Göransson, Olsson y yo mismo en el proyecto '1scale1', dedicado a la producción de prototipos de productos e instalaciones.
- 9. Un diseño ya obsoleto para una placa que pudiera comunicarse mediante Bluetooth, por ejemplo con teléfonos Android con Android Froyo y posteriores.
- 10. La placa Arduino Mega ADK nació a partir del diseño de Google, la placa Android ADK. Estaba pensada para experimentar con la conexión de dispositivos -mediante un cable USB- a teléfonos y tabletas Android con el fin de activar las aplicaciones que podrían utilizar los datos generados por los dispositivos o accesorios externos.
- 11. Google IO es la conferencia anual de desarrolladores de Google, en la que se presentan las nuevas características del ecosistema de plataformas y

herramientas de Google se anunciadas.

12. En 2005, mientras era investigadora invitada en el Interaction Design Institute Ivrea, trabajé con mi hermano, Diego Cuartielles, en la creación de una plataforma para diseñar mecanismos de retroalimentación mediante motores. Por desgracia, este trabajo no se documentó públicamente

4 Metodología

En este capítulo reflexiono sobre las herramientas metodológicas que he utilizado al desarrollar los proyectos analizados en esta tesis. Una serie de herramientas fueron elegidas cuando ya estaba inmersa en el proceso de diseño. Esta tardía selección -y a veces diseño- tardía de las herramientas vino dictada por el tamaño de el ensamblaje con el que estaba tratando, ya que yo no era más que uno de los muchos actores de una gran red, por tomar prestada cierta terminología de red de actores, y era difícil prever posibles problemas como la dinámica de poder entre participantes, la disponibilidad de recursos técnicos, etc. A lo largo de los años, he desarrollado una caja de herramientas metodológicas basada en cuatro grupos de métodos: reflexión en la acción; apertura; uso, participación acción y activismo; y prototipos inclusivos o múltiples.

Todas estas formas de abordar los proyectos se derivan de mi elección de aplicar una metodología de investigación a través del diseño (RtD) (Gaver 2012) en mi trabajo. Ya he señalado la existencia de la RtD al hablar de portafolios y repertorios de portafolios y repertorios, una noción tomada de Schön (1983b, 60) (véase el capítulo 3). Aunque es posible encontrar referencias anteriores a la RtD, la descripción más sucinta es la de Gaver en su artículo de 2012 ¿Qué deberíamos esperar de Investigación a través del Diseño?

Un aspecto clave de los prototipos a gran escala del tipo tratado en esta tesis siendo el caso de Arduino el más significativo- es la relación usuario-investigador. La prolongada interacción con usuarios de diferentes tipos -usuarios del proyecto y usuarios finales- abordada en este capítulo me ha ayudado a desarrollar una comprensión específica de los posibles papeles y del tipo de conocimientos que requiere un experto en la materia cuando realiza estudios sobre plataformas existentes o grandes prototipos de plataformas futuras.

Reflexión en acción

Las plataformas, como estructuras implantadas en y sobre las redes de actores para facilitar las relaciones entre los actores, están en constante cambio. Las plataformas no tienen un objetivo final -no son teleológicas-, ya que están en un proceso de formación continua a través del uso. Así pues, la única forma de investigar las plataformas es utilizándolas, convirtiéndose en usuario; investigar una plataforma viva sólo es posible mediante la intervención directa con lo que es un proceso siempre cambiante. La reflexión en acción (Schön 1983b) es un método de trabajo que permite construir una comprensión del objeto de investigación mientras se interactúa con él y a través de él. Schön describe el papel del profesional cuando se enfrenta a una situación compleja, que bien podría aplicarse a una plataforma:

el practicante ... responde a la complejidad ... de lo que parece una manera sencilla y espontánea. Su arte es evidente en su selectiva gestión de grandes cantidades de información, su capacidad para hilar largas líneas de invención e inferencia, y su capacidad para mantener varias formas de ver las cosas a la vez sin interrumpir el flujo de la investigación. (Schön 1983b, 130).

Según Schön, la retroalimentación en un análisis como éste se produce simultáneamente con la praxis, a través del lenguaje y en un proceso.

Como investigadores necesitamos una forma de rastrear las relaciones entre los actores de una red de actores. Por ejemplo, si algunos usuarios participan en la creación de una nueva función de software y les gustaría que los demás sepan cómo utilizarla, necesitan una forma de informar a los demás. La documentación (para comprender la función), retroalimentación (para colaborar en el codiseño), y la reflexión (para el discurso sobre la plataforma) son los mecanismos de una plataforma, y relevantes para nuestro proceso de investigación porque registran las huellas de las relaciones entre los actores en la red, y no sólo los metadatos (quién habló con quién y cuándo), sino también las intenciones y los resultados de los distintos procesos (el intercambio real de información entre las partes).

Si observamos la forma en que seleccioné los distintos casos que conformarían mi cartera de investigación, es evidente que el mío fue un enfoque práctico de todos los proyectos, incluidos aquellos a los que se hace referencia aquí pero no en la recopilación, como la construcción de la comunidad Arduino. Mi investigación ha abarcado el código y la electrónica para construir dispositivos interactivos, arte instalaciones artísticas, tutoriales en línea, cursos universitarios programas educativos para escuelas, herramientas integradas y plataformas. Mi trabajo de campo, la documentación, la retroalimentación y la reflexión han adoptado diversas formas, dependiendo del contexto. En la creación del proyecto Arduino la documentación fue en gran medida un esfuerzo conjunto desarrolladores y usuarios documentaron usos, casos y procesos a todos los niveles - y dejando de lado la comunicación personal por correo electrónico, en su mayor parte estandarizada, utilizando herramientas de publicación. Los proyectos de investigación europeos (SandS y PELARS) tenían un doble mecanismo de documentación: interno, en el que los datos se recopilaban y compartían con los demás investigadores; y externo, donde la información se publicada una vez filtrada, procesada y organizada. La documentación para el sistema de localización en interiores fue generada por cada participante individualmente, y se compartieron notas cuando fue necesario. Por último los prototipos hápticos se documentaron con conferencias académicas o artísticas en mente, utilizando herramientas en línea estandarizadas.

Erkki Huhtamo, arqueólogo de los medios de comunicación, ha acuñado el término thinkering (un portmanteau de tinkering y thinking) para la capacidad de construir conocimiento de materiales en flujo (Huhtamo 2010). El practicante reflexivo de Schön es el thinkerer de Huhtamo, pero mientras que el primero se fija en los diseñadores practicantes (Schön 1983a, 1983b, 2001), el segundo se fija en los artistas. Independientemente de la diferencia, ambos llegan a la misma conclusión: hay formas de conocer a través de la praxis. Pensar es una modalidad por defecto a la hora de desarrollar proyectos. Mientras se prepara

la tecnología, uno busca características e intenta anticiparse todo lo posible, pero luego pueden ocurrir cosas in situ que comprometan elementos del diseño original. Al mismo tiempo, sin embargo, el diseñador adquiere conocimientos experienciales que no pueden adquirirse de ninguna otra forma.

Esto plantea una cuestión de epistemología. ¿Qué constituye un conocimiento? ¿Es el thinkering un campo que pueda contextualizarse como un paradigma de investigación positivista? ¿O debería considerarse más bien como procedente de la escuela constructivista? Según Osterman (1998) "la práctica reflexiva es una estrategia de desarrollo profesional cuyas raizes son el paradigma constructivista'. Por lo tanto, la práctica reflexiva, al igual que el la reflexión, debe entenderse como adherida a un paradigma inductivo. La investigación descriptiva puede ser cuantitativa o cualitativa. Se implica la recogida de datos de los acontecimientos, que luego se tabulan y probablemente se muestran en formato gráfico para ayudar a comprender la distribución. La investigación intervencionista, que está mucho más cerca de la reflexión, se adentra en el terreno de lo aplicado y requiere el uso de estrategias de investigación cualitativa con una sensibilidad especial hacia la carácter construido de los datos.

La reflexión en la acción es un intento de tender un puente entre lo que ocurre in situ, mientras se trabaja con el caso, y lo que ocurre después, al reflexionar sobre el trabajo. La investigación a través del diseño (RtD), que se basa en los casos recogidos a lo largo de un proceso de investigación (Gaver 2012), es por tanto muy similar a la reflexión en la acción. Gaver sugiere una triple estrategia a la hora de formarse una idea del diseño como herramienta de indagación y producción de conocimiento. Tras repasar algunos aspectos de la filosofía de la ciencia, llega a la conclusión de que el RtD no sigue un procedimiento con el que construir conocimiento acumulativo; de hecho, invita al lector a considerar que el proceso de diseño tiene un comportamiento generativo. Su tercera proposición es que la investigación basada en la práctica debería considerar la teoría como la "anotación de ejemplos realizados", que es donde entra en juego el portafolio anotado. Gaver sugiere que la comunidad de investigación en diseño debería evitar la estandarización y 'enorgullecerse' de la naturaleza especulativa del campo y su capacidad para producir resultados en forma de nuevos artefactos. A la sugerencia de que la investigación basada en casos se utilice para crear teorías, Gaver sostiene que la teoría debe 'anotar' los ejemplos, pero no 'sustituirlos'.

La RtD debe valorarse por su 'capacidad para desafiar de forma continua y creativa desafiar el pensamiento del statu quo" (Gaver 2012, 938). Por lo tanto, forzarla a caer en medios estructurados de clasificación, o formas estandarizadas de medir, no es, como diría Gaver (2012), la mejor manera de optimizar el resultado de la investigación a través del diseño. Este continuo y creativo desafío está muy en consonancia con la idea de Latour de descripción ** (1996). El papel del investigador no es necesariamente explicar, sino más bien rastrear a los actores en determinadas circunstancias cuando actúan en y como redes. 1 (#fn1) {#fnref1 .footnoteRef}^ Existe otro fuerte vínculo entre la RtD de Gaver y el trazado

11

material y circunstancial de Latour. Gaver menciona los "problemas perversos" (un concepto tomado de Rittel y Webber) como circunstancias que no pueden teorizarse de antemano al trabajar con el diseño (Rittel y Webber 1973). Por lo tanto, es imposible trabajar con un modelo hipotético-deductivo popperiano, basado en un proceso sistémico de falsificación por ensayo y error. En su lugar, los diseñadores crean soluciones sobre la marcha y acabarán creando también nuevas teorías, cuyo objetivo final no puede ser la falsificación de una hipótesis teórica que no existía en primer lugar. Gaver resume esto diciendo que "la naturaleza sintética del diseño es incompatible con los experimentos controlados útiles para la comprobación de teorías" (2012, 940), confirmando una vez más el carácter inductivo de la RtD.

La RtD concede un papel importante a los artefactos resultantes de una actividad. Los portafolios anotados son una forma de reunir los "últimos particulares de los artefactos en lugar de abstraer a través de instancias como como hace el lenguaje", al tiempo que permiten "la extensibilidad y la verificabilidad" (Gaver 2012, 937). Por otro lado, por muy valiosas puedan ser estas carteras para la creación de teorías, su papel debería limitarse a la inspiración y la anotación. Los artefactos son objetos límite que pueden retroalimentar el proceso.

Los resultados de los esfuerzos creativos en los que he participado, junto con sus proyectos paralelos, me han proporcionado una rica colección de casos -en número y contenido- abiertos a la reflexión teórica. Sin embargo, me enfrento a la cuestión de que en algunos de los procesos en los que participé, la velocidad a la que se desarrolló el proyecto y la cantidad de datos generados me hicieron imposible para mí documentarlos en su totalidad. Aunque no dispusiera de una forma estandarizada de recopilar información, seguí recogiendo experiencias de diferentes maneras. Por ejemplo, en el proyecto Arduino, la mayor parte de la información está disponible públicamente en el foro Arduino que puse en marcha, mientras que en el proyecto SandS la documentación adoptó la forma de un informe y un manual de instrucciones, para que otros investigadores pudieran repetir el mismo tipo de experimentos. La documentación no era mi papel en los proyectos hápticos, pero mis colegas hicieron un buen trabajo registrando los resultados del trabajo. Lo que importa aquí no es la recogida de datos per se, sino el hecho de que cada uno de los casos referidos, al ser incluido en la recopilación, ahora forma parte de mi portafolio anotado. Ellos son los casos que conforman mi pericia, en este caso en materia de diseño.

La RtD ayuda a la creación de teorías de cinco formas distintas, de nuevo según Gaver (2012). La primera es la agrupación de enunciados conceptuales a partir del análisis de múltiples casos. Los investigadores del diseño recurren a conceptos y modelos de otras disciplinas para inspirar nuevos diseños y articular los ya existentes. Si las nociones aportadas al campo del diseño se adaptan al nuevo contexto, el proceso se convierte en "traducción" y puede generar nuevos conceptos. Una tercera forma de producir teorías es mediante la creación de manifiestos. Éstos analizan la práctica contemporánea y cómo alterarla para generar un futuro deseable. Los manifiestos 'toman prestadas teorías para jus-

tificarse' a sí mismos. Los marcos para el diseño se describen como manifiestos, pero implican menos teorización y son menos normativos; más bien, el marco implica una ontología de factores que conduce a un resultado teórico. Por último, está el proceso preformateado de normalización de la práctica, la evaluación y el resultado. Este último método establecido en la disciplina de la interacción persona-ordenador no es del gusto de Gaver, como hemos visto.

Escribí un manifiesto como preludio a mis estudios de investigación (Cuartielles 2004), al tiempo que elaboré una serie de casos en los que diseñé o codiseñé herramientas y plataformas específicas para ser utilizadas por diferentes tipos de usuarios en diversos contextos. Aunque en un principio no me planteé producir un portafolio anotado, noté cómo mi trabajo gradualmente adoptó esa forma. Los portafolios van desde informes de diseño hasta manuales. Documentar una plataforma como la del proyecto SandS (Cuartielles & Taylor 2013b), que está compuesta por seis placas diferentes y software complejo en diferentes máquinas en los hogares de los usuarios y en la nube, en tan solo un par de imágenes y un breve texto habría sido un ejercicio de síntesis muy difícil que habría omitido muchos de los matices del diseño. Al desarrollar un proceso de anotación (explicando, a posteriori, la relevancia del diseño contextualizado en mi proceso de trabajo), y trazando el hilo conductor entre los proyectos de la presente tesis, he construido teorías e investigaciones abiertas sobre las que construir. En la RtD, la teoría es un objeto límite entre casos, y no sólo la superestructura abstraída por encima de ellos.

Apertura

Mi concepción de la apertura como método procede del enfoque muy pragmático del diseño en el que no hay interés en fabricar algo que no sea significativo o útil. Esta es la línea adoptada por Björgvinsson et al. (2012) en su concepto de la "Cosa", donde el diseño existe para ser utilizado en la medida de lo posible, ya sea en una segunda vida (upcycling, como en el caso del proyecto SandS en el que upcycled electrodomésticos), en un enfoque modular que permita integrar los diseños propios en los de otros personas (como en la creación de Arduino, una plataforma de electrónica), o por cualquier medio que garantice un diseño más sostenible (véase el capítulo 5). Desde esta perspectiva, un diseño abierto implica un elemento de democratización, como en Alexander et al. (1977), con la apertura garantizada por un proceso distribuido, compartiendo la responsabilidad del el diseño con la comunidad en su conjunto.

La colaboración de una comunidad en la cocreación de una plataforma conlleva una advertencia: la propiedad del sistema así creado recae en la propia red. En su ensayo "A la espera de la tercera revolución industrial: Intentos de Producción Comunada', Seravalli (2014) estudia el ejemplo de Fabriken, un makerspace en un centro cultural de Malmö, Suecia, como un ensamblaje complejo de humanos y no humanos, y cómo el uso compartido de espacios, herramientas y conocimientos funciona a lo largo del tiempo, y concluye que es un ejemplo de"puesta en común", un proceso de reevaluación continua de la

noción de propiedad, acceso y uso de los recursos. En un espacio como en el que es imposible trabajar de forma aislada, la distribución de autoría se convierte en un método útil para generar relaciones entre actores.

Publicado en la misma antología que Seravalli, mi ensayo 'How Deep is Your Love' introdujo la idea de "apertura radical":

Los diseños de Arduino no son radicalmente abiertos desde el punto de vista del proceso. Cuando hicimos Arduino, nos basamos en años de experiencia acumulada en la enseñanza de la electrónica a principiantes. No nos sentamos con los usuarios para crear nuestras primeras placas. Sabíamos lo que había que hacer. Los aspectos de diseño participativo de la creación se habían hecho en forma de trabajo de campo por parte de todos nosotros. Decidimos entonces que utilizar conocimientos expertos sobre los usuarios, sobre la tecnología y sobre la relación entre los usuarios y la tecnología debería convertirse en nuestro método de desarrollo. (Cuartielles 2014b, 163)

Yo distinguiría entre "apertura radical" y simple "apertura". La diferencia entre mi apertura radical y la puesta en común de Seravalli radica en el concepto de autoría. Una vez que Arduino pasó de ser una idea a convertirse en un producto con propiedad intelectual propiedad de una empresa, se produjo una diferenciación entre "nosotros" y "ellos". Nosotros, los diseñadores, tuvimos que distribuir y compartir conscientemente los conocimientos con ellos, los usuarios o comunidad. Las primeras placas Arduino nacieron del conocimiento experto, publicado como un servicio a la comunidad, pero no hubo un proceso radicalmente abierto proceso en el que los usuarios participaran, influyendo en la forma de la placa o el firmware básico. Fueron decisiones tomadas de forma aislada, y sólo más tarde compartidas abiertamente con el resto de la comunidad.

Al co-crear una pieza de software, ser radicalmente abierto en una red que opera en una amplia zona geográfica -potencialmente incluso globalmente- es bastante sencillo. Si todos los participantes tienen el mismo compilador y el mismo código fuente, todos ellos deberían obtener el mismo archivo binario. En el mundo del hardware, este tipo de co-creación es menos fácil, porque requiere mucha más información. Así pues, existe otra visión de apertura radical que tiene que ver con la apertura del proceso: no es sólo el proceso humano el que tiene que ser abierto, sino el elemento no humano del ensamblaje también debe rastrearse de forma que que lo haga replicable. Esto es algo que la comunidad del hardware de código abierto ha debatido ampliamente, sobre todo cómo fabricar un determinado diseño. Hacer algo radicalmente abierto es algo más que conseguir acceso a los planos. Hay listas de materiales, procesos de fabricación, a veces incluso el grosor del cobre de un circuito impreso: todo ello importa para el buen funcionamiento del artefacto, y no basta con ver el diseño lógico. Este concepto se ha incorporado a los modelos de licencia de hardware abierto (ampliando la cobertura de la licencia a algo más que el diseño lógico), así como en la así como en la lista comunitaria de mejores prácticas (Ayass & Serrano 2012; Open Source Hardware Association 2012).

Como en SandS, PELARS, la colección de prototipos de retroalimentación háptica y todos los demás proyectos en los que he participado, con la excepción del sistema de localización en interiores (Casas, Cuartielles, Marco, Gracia & Falcó 2007), mi implicación con los usuarios -mi práctica del diseño- se basó en el principio de apertura radical, ya que los diseños estaban hechos a medida para el proyecto y requerían la implicación directa de todos los participantes en los proyectos para ser realmente eficaces y entregar los proyectos a tiempo. Es importante mencionar que, como investigadora pragmática, era pertinente para mí adoptar un enfoque práctico y comprender bien la dinámica socioeconómica existente. La apertura se convirtió en una herramienta para intercambiar puntos de vista sobre el proceso con otros, un mecanismo de intercambio de conocimientos, la tarjeta de acceso a un club de lectura -excepto que los libros, como en todo ensamblaje sociotécnico, fueron escritos sobre la marcha.

Los resultados de todos los proyectos de esta recopilación (además del sistema de localización) se generaron bajo la misma premisa: la creación proceso fue abierto, y lo que resultara de los proyectos, tanto herramientas y plataformas, debía publicarse como software y hardware de código abierto. Esto tiene un aspecto político que omití en mi manifiesto (Cuartielles 2004) por falta de experiencia. Ahora lo he explorado en retrospectiva examinando las implicaciones de la apertura -disponibilidad de fuentes, procesos transparentes y colaboración distribuida-todo ello las cuales deberían expresarse en la definición compartida de la comunidad de prácticas. La puesta en común de Seravalli (2014) se acerca así mucho a mi apertura radical, ya que no se trata sólo de que alguien haga un diseño y lo licencie abiertamente para que otros lo utilicen, sino de abrir la conversación al resto de la red de actores y de compartir algo más que el conocimiento generado. La apertura radical tiene esta otra capa de significado, una apertura sobre los procesos y las intenciones, porque pretende implicar a los demás para que influyan en el proceso de diseño. La transparencia lo es todo.

Pero, ¿cómo puede operacionalizarse la apertura como método en la sociedad? ¿Cuáles son los objetos límite que permitirán que la apertura radical apertura se despliegue en los sistemas? ¿Son suficientes las buenas intenciones hacia sus compañeros en el actor-red son suficientes? Mi experiencia, en retrospectiva, es que no siempre es así, pero existen mecanismos u objetos límite que permiten reutilizar la apertura como una especie de método inventivo (Lury & Wakeford 2012), donde la licencia para el diseño se convierte en el dispositivo habilitador que cataliza el proceso. Es a la concesión de licencias abiertas como forma de activismo metodológico.

Las licencias son contratos

La cuestión de las licencias es clave en las prácticas de diseño contemporáneas, especialmente si en el proceso intervienen componentes digitales, ya sean hardware, software o documentación. Las licencias son dispositivos que pueden ayudar a abrir un proceso de diseño, como hemos visto, y establecen las normas de compartir de formas que se han convertido en norma en la sociedad con-

temporánea. Herramientas como el procomún creativo (Lessig 2004, 282-6), el software libre (Stallman 2002, 92-4), o las licencias de hardware abierto (Ackermann 2009; Ayass & Serrano 2012) ofrecen a diseñadores, ingenieros, artistas e incluso a comunidades enteras de co-creación y co-aprendizaje las herramientas legales -las llamadas "licencias abiertas"- para compartir sus creaciones, ya sean realizadas individual o colectivamente. Las licencias abiertas son relevantes porque la gente (usuarios y otros creadores) quieren conocer la posibilidad de reutilizar los diseños de otros (Candeira 2006). Por ejemplo, el sistema de soporte de Arduino registra semanalmente correos electrónicos en los que la gente pregunta sobre la posibilidad de, digamos, hacer un libro utilizando placas Arduino, o si tendrían que abrir el código de sus propios productos impulsados por Arduino porque están utilizando una herramienta de desarrollo de código abierto.

Las licencias abiertas funcionan en el mundo digital, pero también en el material, especialmente si existe la posibilidad de expresar la fisicalidad de algo como un archivo digital. Por ejemplo, el material gráfico de un circuito impreso puede almacenarse en un archivo digital legible por el ser humano, y éste podría llegar a estar protegido por las leyes de derechos de autor (ya que es legible por humanos), que es lo que dio a los fundadores de Arduino la idea de licenciar los planos de la placa Arduino bajo una licencia creative commons. Esto es lo que llevó a Arduino y a muchos de sus derivados, como el Arduino Lilypad, a utilizar ese esquema de licencias, como Powell (2012) señaló al analizar la historia del diseño abierto. [^2^](#fn2){#fnref2.footnoteRef}

Pero, ¿por qué la licencia abierta como método? ¿No son las licencias meras herramientas? ¿Qué es lo que proponen que es tan diferente de las actuales herramientas de propiedad intelectual? Las licencias abiertas apenas existían en el siglo XX, y para cuando aparecieron las licencias, la sociedad llevaba funcionando durante mucho tiempo con un marco jurídico que parecía ser funcional. Si usted inventaba algo, podía patentarlo y luego decidir si quería permitir que otros explotaran el resultado del diseño; si escribía un libro o una canción, la ley de derechos de autor le le protegía. Mientras que un actor-red puede obtener patentes como límite para controlar las relaciones entre creadores, fabricantes y usuarios de tecnologías, estos mecanismos legales obstaculizan la posibilidad de contar más adelante con procesos más abiertos. Como investigador activista ¿podría esperar razonablemente que la gente participara en un proceso de codiseño con la condición de que yo me quedara con los resultados, los patentara y retuviera el derecho a explotar los resultados?

En el ámbito de los productos y servicios inmateriales, las licencias abiertas se han sido fuertemente optimizada. Desde una perspectiva IxD, los procesos han sido liberados de cualquier tipo de fricción que pudiera impedir su uso. La creación de licencias abiertas se ha automatizado tras las API con el fin de minimizar la carga para los creadores, pero también para permitir que las plataformas digitales aprovechen esas creaciones (Creative Commons 2017). Por parte de las plataformas, el uso de API permite poblar rápidamente plataformas

centradas en los contenidos, como YouTube o Flickr, con contenidos perfectamente reutilizables y difundibles. Flickr (Yahoo Help 2017) o YouTube (Brown 2017), ofrecen la posibilidad de licenciar contenidos de diferentes formas. Las licencias abiertas y gratuitas no cuestan nada, a menos que quiera hacerlas valer en los tribunales-, así como la posibilidad de hacerlo uno mismo o de forma automatizada también pueden ser razones para utilizar licencias abiertas.

En los círculos del diseño y la ingeniería existe cierta aversión a las patentes, ya que han demostrado ser inviables para los actores más pequeños en competencia contra los grandes intereses comerciales (Ackermann 2009, 194-195), que en algunos casos poseen miles de patentes (Hixon 2013). Si la protección de la propiedad intelectual mediante derechos de autor y patentes no tiene sentido para los creadores, aún lo tiene menos para los receptores de los diseños (Hippel 2005, 114). ¿Por qué molestarse entonces en utilizar patentes para restringir el uso de una herramienta o sistema a quienes nosotros elijamos? Además de los aspectos más prácticos aspectos de los esquemas de licencias no abiertas (precio, tiempo de comercialización), hay también un aspecto moral fundamental que habla en contra de ellos. Imagínese que usted co-diseñara un dispositivo, proceso o servicio dentro de una comunidad como un proceso. Aunque sería posible patentar algo como grupo, ¿cómo jugaría esa forma de protección de la propiedad intelectual en el contexto de la infrastructuración y la creación de cosas? Creo que la apertura como método exige que uno se anticipe a las preguntas que los participantes podrían plantearse a este respecto, por lo que familiarizarse con los modelos de propiedad compartida de la propiedad intelectual será clave para crear la atmósfera adecuada de cooperación entre los participantes. Por lo tanto, la concesión de licencias es relevante para la apertura como método, y debe ser introducido a los participantes de la comunidad desde el principio.

Uso, participación, acción, activismo

Cuando los usuarios y los diseñadores participan en la cocreación de plataformas, asumen distintos papeles en función del tamaño de la red de actores, entre otros factores. Estos papeles no son una constante, sino que, como los proyectos mismos evolucionan. Sin embargo, lo que parece fijo es que los investigadores del diseño asumen la intencionalidad de estar dispuestos a perseguir un determinado proyecto, lo que les convierte en catalizadores en la red de actores. A medida que el proyecto evoluciona, los usuarios también se convierten en agentes activos. La participación en una red se produce en la intersección de dos ejes diferentes: el eje del usuario y el eje del diseñador. En las comunidades se espera que sean participantes activos. Como señalan Alexander et al. (1977), la distribución del poder es posible si se trabaja con comunidades lo suficientemente pequeñas como para que todos sus miembros participen en la gobernanza del sistema. Como las plataformas significan que muchos actores pueden interactuar a la vez y participar en el proceso de construcción continua de la plataforma,también resulta más fácil ser un mero usuario cuya voz es más difícil de oír en la multitud.

En otra vertiente del análisis, examino las diferencias entre la investigación-acción y la investigación activista como coexistencia de metodologías para que los diseñadores se inscriban en procesos de codiseño dentro de plataformas o como forma de desarrollar y mantener plataformas. También vuelvo a examinar el papel del experto para calibrar cómo los diseñadores podrían gestionar mejor su propia pericia en procesos como los analizados en esta tesis.

En primer lugar, los métodos de diseño existentes para la participación. El informático Gerhard Fischer (2003) compara el diseño centrado en el usuario (DCU) con el diseño participativo (DP) como una forma de introducir el meta-diseño y su actividad definitoria, el "infradiseño", como forma de crear espacios de diseño para otros. El DCU se centra en las actividades y procesos que tienen lugar en el momento del diseño, e ignora en gran medida "los sistemas de apoyo como entidades vivas que pueden evolucionar gracias a sus usuarios". Los diseñadores del DCU generan soluciones para los usuarios, que quedan relegados a un papel reactivo. La DP implica a los usuarios en 'el proceso como codiseñadores facultándoles para proponer y generar alternativas de diseño por sí mismos'. La DP implica perseguir activamente la inclusión y la participación activa de los usuarios; sin embargo, esto supone una presión sobre el sistema, que debe evolucionar para adaptarse a las nuevas necesidades (lo que yo denomino reprogramabilidad). El sistema tiene que tener en cuenta los cambios en las tareas y necesidades con el fin de incorporar nuevas tecnologías. Es aquí donde Fischer sugiere la aplicación del meta-diseño como forma de incorporar a los usuarios como codiseñadores de plataformas, no sólo desde el principio, sino durante toda la vida de la plataforma. El subdiseño es la estrategia o método tomado del meta-diseño que garantiza que los usuarios sean auténticos co-creadores de la plataforma.

He experimentado tanto con la investigación-acción como con la investigación activista. Difieren ligeramente en cuanto a quién implicar como partes interesadas activas en el proceso de diseño. Según Stringer (2014, 6) la acción el "propósito principal de la investigación-acción es servir como herramienta práctica para desarrollar soluciones a problemas experimentados por las partes interesadas en el contexto". A ojos de Stringer, se dedica a ayudar a las personas a encontrar soluciones a sus problemas, y el investigador está ahí para proporcionarles una fórmula -que ha probado en múltiples ocasiones- para controlar su situación y llegar al resultado óptimo. La investigación activista (Hale 2001), por su parte, pretende comprender mejor las causas profundas del asunto en cuestión, realizada en colaboración con las personas que están sujetas a esas condiciones; se utiliza para formular estrategias para transformar esas condiciones y conseguir el poder para hacer efectivos los cambios. Otros miembros de la comunidad de investigación activista han argumentado que ni la acción ni el activismo son necesariamente participativos (Chatterton et al. 2007), recurriendo en su lugar a la investigación-acción participativa (o activista) (PAR), pero a efectos de esta tesis, considero que tanto la investigación-acción como la investigación activista son de naturaleza participativa.

Comparando las metodologías de investigación de Stringer y Hayles, podemos encontrar ligeras diferencias en cómo abordan la cuestión de la participación en el proceso de diseño. La investigación-acción, tal y como la presenta Stringer (2014) involucra a quienes podrían ayudar a resolver los problemas del usuario final, pero no necesariamente a los propios usuarios finales. En ese sentido, la investigación-acción abarca el DCU, pero no necesariamente el DP. La investigación activista, por otro lado, trabaja directamente con los usuarios finales convirtiéndolos en el vehículo de cambio, un método más cercano a la DP. Como investigador de plataformas, ambos métodos son necesarios: la investigación activista para acercarse a los usuarios finales, investigación-acción para acercarse a quienes están detrás del modelo de gobernanza de la plataforma modelo (desarrolladores y promotores de la plataforma, principalmente). Este es el enfoque metodológico que adopté durante el proyecto SandS. Aprendí a separar a los "usuarios finales" -un grupo imaginario que habría instalado el sistema SandS en sus cocinas- de los 'usuarios del proyecto' -los otros investigadores que utilizaron los prototipos para realizar pruebas, simular escenarios y desarrollar sus partes del proyecto. Dado que los usuarios del proyecto eran también los principales diseñadores que definían el uso de la infraestructura y el modelo de gobernanza de la infraestructura, mi papel pasó a ser el de investigador de acción, comprometiéndome con ellos para averiguar la mejor manera de crear una plataforma dirigida a terceras partes. Mi informe de diseño sobre el proyecto SandS (Cuartielles 2014a) incluido en esta recopilación, fue creado en colaboración con los usuarios del proyecto, pero principalmente iba dirigido a ellos. El diseño creado -el ecosistema formado por la placa base SandS y sus módulos- requería un manual para que los usuarios del proyecto lo utilizaran usuarios finales a la hora de trabajar en sus aparatos y conectarlos a la nube SandS (Cuartielles & Taylor 2013b). Creamos este sistema con los intermediarios (los usuarios del proyecto) entre nosotros y los usuarios finales en mente. El concepto de intermediario, presentado en el capítulo 2, está tomado de Callon (1991), ya que los usuarios de los proyectos vienen con un bagaje -'las habilidades, los conocimientos y el saber hacer que incorporan" (135). El proyecto PELARS no fue diferente de SandS en este sentido (Cuartielles et al. 2015). Yo tenía que diseñar una plataforma electrónica de creación de prototipos que permitiera a otros realizar experimentos con usuarios finales. Esos "otros" eran mis socios en el proceso de investigación, al igual que en el proyecto SandS; eran los usuarios del proyecto y no los usuarios finales quienes eran "mis" usuarios.

Cuando comenzó el proyecto SandS en 2012 yo ya había formado parte del proyecto Arduino durante más de siete años. Aunque, en aquel momento, pensé que me dedicaba a la investigación-acción, debido a la interacción con miles de usuarios finales en el foro de Arduino y por correo electrónico, más tarde me di cuenta de que lo que estaba haciendo se parecía mucho más a una investigación activista, no tanto por la mencionada diferencia en el enfoque de la participación de los usuarios, sino por la agenda política de la investigación. participación de los usuarios, sino por la agenda política que había detrás de la apertura en el diseño que dimos a la plataforma (Löwgren & Reimer 2013; Cuartielles et

al. 2018). La investigación activista (Hale 2001) pretende desarrollar una tercera categoría de investigación, una híbrida denominada "investigación básica orientada al usuario en la que la investigadora no deja de lado sus creencias personales. Hay reflexión objetiva sobre los hechos, pero no a costa de sacrificar la propia visión del mundo. La investigación activista conlleva una "exigencia adicional de rigor empírico" y un "canon metodológico bien desarrollado" (14) debido a la forma en que los investigadores se implican en el proceso de investigación. En la investigación activista, los investigadores tienen que identificar sus más profundas convicciones ético-políticas y utilizarlas para formular sus objetivos. Antes de establecer la pregunta de investigación, los investigadores tienen que entablar un diálogo con los usuarios que van a estudiar. De hecho, este diálogo continuará durante el desarrollo del proyecto, y los "académicos activistas" tendrán que darle especial prioridad. El diseño de la investigación debe contemplar la posibilidad de que las personas en el proyecto tengan puntos de vista diferentes, y hay que tener en cuenta la asociación con organizaciones existentes que hay que tener en cuenta: los objetivos de la investigación tienen que coincidir parcial o totalmente con lo que las partes interesadas consideran que es relevante conocer.

El diálogo abierto con los usuarios es un aspecto clave de mi investigación. Durante años he interactuado a diario en el Foro Arduino, una parte de la plataforma estructurada como una lista de discusión abierta con temas determinados por los usuarios finales, y moderada por un subconjunto de esos usuarios finales. Como ejemplo de las interacciones en el foro, está la controversia 'Leonardo vs Vinciduino' en 2011-2012 (Foro Arduino 2011, 2012a, 2012b). ²(#fn3){#fnref3 .footnoteRef}^ Esto comenzó cuando los desarrolladores de Arduino publicaron erróneamente una versión del Arduino IDE-el software utilizado para programar las placas Arduino-que incluía información sobre una placa de hardware. Armados con esa información, un proceso de colaboración radicalmente abierto proceso de colaboración radicalmente abierto dio como resultado una placa bautizada como Vinciduino, que era de algún modo compatible con la placa Arduino Leonardo, aún sin lanzar. ³(#fn4){#fnref4 .footnoteRef}^ Cuando finalmente liberamos el IDE y la placa Arduino Leonardo, los pocos cambios que habíamos introducido hicieron incompatible la placa Vinciduino fabricada por la comunidad. Este fue un caso en el que aportamos nuestro conocimiento experto, actuando en lo que pensábamos que era lo mejor para todos-y asumiendo el papel de una una especie de dictador benevolente. 4 (#fn5) {#fnref5 .footnoteRef} El poder de la red de actores Arduino se manifestó con la publicación de diseños de referencia que incluían -o no- las sugerencias de los demás, pero también moderando la conversación, sobre todo porque el diálogo ya no funcionaba entre las partes implicadas. Es casi imposible estar involucrado en situaciones tan emotivas y mantener una visión completamente objetiva del proceso, y aquí es donde la investigación activista

²³

³⁴

 $^{^{45}}$

como método me proporciona el marco para participar, por mucho que necesite captar la dinámica fundamental de la plataforma.

Como referencia y para dar una idea de por qué estar tan comprometido en el proceso es relevante desde una perspectiva metodológica, cabe señalar que construimos el Foro Arduino para dar voz a cualquiera en el proceso de construcción de la plataforma. Las normas de la plataforma, un conjunto estándar de términos y condiciones, fueron ampliadas por Nick Gammon, uno de los miembros más activos del foro de Arduino, con más de 28.000 interacciones en el foro en el momento de redacción. Gammon publicó una serie de posts en el mismo hilo de debate, incluyendo explicaciones sobre cómo utilizar el foro, pero también instrucciones sobre cómo comportarse como participante (Gammon 2013). Este es un ejemplo de cómo crear un modelo de gobernanza en el que desarrolladores y usuarios comparten responsabilidades y construyen juntos una plataforma que se adapte a las necesidades de los usuarios. Mientras que los desarrolladores producen la tecnología, los usuarios deciden la interacción a nivel social. El Foro Arduino, que actualmente cuenta con más de 580.000 usuarios registrados. miembros activos en 9 grupos lingüísticos, y más de 3,5 millones de mensajes (Foro Arduino 2017), es un ejemplo de plataforma gobernada por los usuarios.

Otras formas de implicar a los usuarios en una relación a largo plazo con una plataforma, como dice Fischer, incluyen el infradiseño, o asegurarse de que los desarrolladores crean oportunidades para que los miembros de la comunidad no sólo codiseñen las plataformas sino que sigan participando en ellas tras el lanzamiento inicial (Fischer 2003). Aunque en la década de 1970 el término subdiseño aún no se había definido, el proyecto "Autoprogettazione?" del diseñador italiano Enzo Mari fue un buen ejemplo de este enfoque. Mari (1974) creó un catálogo de exposición de muebles para que la gente los construyera por sí misma con una caja de herramientas muy limitada (martillo y clavos) y tablones de madera de una sola anchura. Mari quería que los usuarios se convirtieran en participantes activos en el proceso de diseño. Lo único que Mari pidió fueron fotografías de los muebles que la gente construyera a partir de los planos. Esta petición de opiniones era la versión de los años setenta de las sondas de Gaver (Gaver et al. 1999; Gaver et al. 2004). Había muchas similitudes en los aspectos formales: la audiencia era limitada y, por lo tanto, estaba claramente dirigida, se les daba una especie de sondeo, se les pedía algo a cambio y podían elegir si responder o no. Los planos de Mari diferían de las sondas de Gaver et al. en la intencionalidad y el resultado esperado. Mientras que los planos de Mari pretendían atraer al usuario al proceso como participante, los de sondeos de Gaver et al. son sólo una forma de recoger información de la vida cotidiana del usuario. Mientras que las sondas ponen a los usuarios en la posición de seguir construyendo objetos cotidianos, Mari infradiseñó desde el principio.

¿Qué les queda por hacer a los diseñadores en procesos como éste? ¿Deberíamos enseñar a los futuros diseñadores a infradiseñar en lugar de a diseñar? Existe una tensión entre el infradiseño y la creación de situaciones de creación de prototipos que impliquen tecnología, sobre todo si los usuarios necesitan adquirir ciertas

habilidades para convertirse en participantes activos en el proceso. ¿Cómo se supone que van a colaborar los usuarios en la creación de una plataforma que aún está por construir? Del mismo modo, ¿existen algunas habilidades que deban adquirir los diseñadores a la hora de diseñar plataformas? Por tanto, recurriré a la idea del diseñador como experto, con una pericia obtenida en múltiples procesos de codiseño en interacción con los diversos actores de las plataformas.

Emergiendo como experto

El papel del experto al abordar un caso debe ser el de 'facilitador de la investigación, trabajando con la gente y apoyándola para que participe en investigación sistemática'; un trabajo pragmático para el investigador en acción, con la intención de lograr una "acción eficaz" (Stringer 2014, cap. 1) y proyectos de éxito que son el resultado de un proceso negociado entre usuarios y diseñadores, que a veces son igualmente receptores activos de la acción. Stringer explica que prestar atención al discurso de los usuarios "desatará la energía, estimulará la creatividad, infundirá orgullo, generará compromiso impulsar la asunción de responsabilidades y evocar un sentido de inversión y propiedad". Hay una lógica muy simple en esta forma de pensar: un usuario empoderado puede ser muy útil para llegar a buen puerto en un proyecto. Stringer relaciona esto con la 'acción comunicativa' de Habermass. Enfrentarse a una investigación abierta en un proyecto de diseño como PELARS, cuando sólo se dispone de un tiempo limitado para producirla, requiere decisiones sobre cuándo merece la pena aplicar el enfoque de Stringer y cuándo no. Mi papel tanto en SandS como en PELARS era diseñar la tecnología subyacente para que otros la utilizaran en la realización de pruebas de usuario. La forma en que enfocamos la participación fue producir un prototipo de prueba de concepto para ser probado por los usuarios del proyecto, con el fin de determinar la mejor manera de probar los sistemas con los usuarios finales.

Cuando se trata de la creación de plataformas electrónicas con ciertas características como las presentadas en el proyecto PELARS Cuando se trata de la creación de plataformas electrónicas con ciertas características como las presentadas en el proyecto PELARS (Cuartielles et al. 2015; Spikol et al. 2015), había pocas personas en el mundo que pudieran catalogarse como expertos. Secciones de la comunidad investigadora asociada a la Interacción Tangible y Corporizada (TEI) o las conferencias sobre Interacción Persona-Ordenador (CHI) podrían tener un comprensión de los matices de sistemas similares a la plataforma de creación de prototipos electrónicos PELARS, pero cruzar a ese grupo con investigadores que tengan experiencia en la ampliación de proyectos a cientos o miles de usuarios y el resultado es un puñado de personas. Esta era la situación cuando me incorporé al provecto PELARS. Se me situó como el experto, y como tal me anticipé a algunas de las decisiones tomadas por los otros investigadores para garantizar el éxito del proyecto, en gran medida al disponer de un prototipo totalmente funcional y desplegable que sería probado por los usuarios en más de 100 casos.

Dada mi experiencia en el proyecto SandS, que estaba en sus últimas fases justo cuando comenzó PELARS, pude anticipar muchos de los posibles problemas técnicos con las asequibilidades (affordances) esperadas (por los usuarios del proyecto) del el sistema PELARS. Como el tiempo que teníamos para dedicar al prototipo era muy limitado -típicamente los proyectos de investigación de la UE tienen que producirse y probarse en 36 meses- apliqué mis conocimientos expertos para atajar algunos de los retos técnicos del diseño. Esta decisión tuvo un precio, pues tengo claro que mi decisión de diseño influyó en el resultado del proyecto desde el momento en que configuró los aspectos centrales de la tecnología implicados. Mi papel de experto en el diseño del proyecto PELARS no fue diferente del de cofundador de la plataforma Arduino allá por 2005, cuando se creó la primera placa Arduino. Teníamos décadas de experiencia en escenarios de enseñanza basada en proyectos con cientos de alumnos, habíamos ayudado en cientos de proyectos y, por tanto, teníamos una idea clara de lo que se necesitaba para crear una placa de circuitos que pudiera adaptarse a las necesidades de muchos de nuestros alumnos. Este enfoque del la función del experto es diferente de la descrita en la investigación activista, que exigen un contacto constante con los usuarios para crear en colaboración soluciones a sus problemas. Es cierto que ese contacto existió en la creación de los proyectos de la UE, los prototipos y la plataforma Arduino, pero requirió un considerable esfuerzo técnico antes de que el diseño estuviera listo para ponerse en manos de los usuarios para ser iterado con sus comentarios. La novedad de los sistemas fue una de las razones, ya que los usuarios no tenían ni idea de que fuera posible tener un sistema electrónico que pudiera reprogramarse con fines educativos (Arduino), o un sistema que pudiera reconfigurarse físicamente y programarse visualmente para construir objetos de diseño (PELARS). En ambos casos se necesitaba una prueba de concepto para iniciar la conversación con los usuarios. Por lo tanto, el papel del experto cuando se trata de proyectos que implican nuevas tecnologías exige un enfoque ligeramente diferente, ya que hay que romper el hechizo, los usuarios necesitan ver que las cosas son factibles, y que la tecnología puede de hecho aportar soluciones en las que nunca habían pensado, antes de iniciar la conversación sobre lo que es posible. Que nos digan que algo es posible no es lo mismo que tenerlo funcionando en las manos.

Creación de prototipos múltiples inclusivos

¿Cuál fue entonces el método que elegí para llevar los prototipos a un gran número de usuarios? Aunque los prototipos pretenden ser simulaciones de un diseño final (Rudd et al. 1996), eso no impide que puedan ser probados por grandes grupos de personas. Una prueba sincrónica de un prototipo técnico o al menos un prototipo técnicamente mejorado también implicaría un cierto grado de escalabilidad en términos técnicos. El método, que llegué a denominar 'prototipado múltiple inclusivo' (PMI), depende del número de actores -parte de una red de actores- implicados en probar, utilizar o incluso aprender de una plataforma. La IMP es un "método inventivo" (Lury & Wakeford 2012), que implica la utilización de un dispositivo en una red sociotecnológica, donde

el número de actores humanos (principalmente usuarios y desarrolladores) o actores no humanos, o ambos, era grande en comparación con el promedio de IxD proyecto. El IMP me obligó a dejar de lado los enfoques más eruditos de prototipos en papel (Rettig 1994), provotipos (Mogensen 1992), o prototipos lo-fi (Rudd et al. 1996) que se utilizan mucho en el diseño de interacción. Todos esos enfoques se basan en pequeños patrones de interacción con los usuarios con el fin de reunir una colección de casos en un RtD válido (Gaver 2012), o en una prueba de concepto de un determinado dispositivo o servicio que puede fabricarse de forma rápida y barata como centro de una conversación con los usuarios finales sobre las oportunidades que ofrece la tecnología. El PMI no trata sólo de tecnología, sino de una combinación de productos, servicios y los diferentes tipos de usuarios implicados. Su principio consiste en crear un prototipo de un escenario real en el que intervengan nuevas tecnologías y/o procesos.

El elemento "inclusivo" del PMI se refiere a la posibilidad de que la participación esté abierta a cualquiera, y de nuevo está mucho más en consonancia con los principios básicos de la democratización, un tema central en esta tesis. El elemento 'múltiple' destaca el número de actores, pero también la cobertura vertical de la plataforma, al observar cuáles de las diferentes capas de los protocolos sociotécnicos operativizan la red de actores y proporciona interfaces para todos ellos. Por último, "prototipo" se refiere a la idea de que el diseño contemporáneo nunca está acabado. Incluso cuando lo tenemos en nuestras manos, está inacabado, aunque utilizable, hasta la próxima actualización. En cierto modo, una plataforma -en la que la sostenibilidad a largo plazo depende de un proceso continuo de codiseño-es un prototipo. El método PMI exige estrategias para recopilar datos en escenarios complejos con cientos de dispositivos IoT en una red. En los casos en los que participé era importante poder llegar al mayor número de personas posible, lo que requería un enfoque diferente no sólo en cuanto a la infraestructura técnica de cada proyecto (que aún estaba en fase de prototipo por supuesto), sino también en cuanto al tipo de datos generados, las formas de tratar la documentación, o las finanzas necesarias para poner el proyecto en marcha. Es una de las razones por las que sostengo que el PMI es un método de investigación de relevancia.

Sólo para dar una idea de cuánto importaba el tamaño en algunos de los experimentos, en el proyecto PELARS los usuarios finales eran los profesores y alumnos que utilizarían el sistema en pruebas piloto asistidos por un grupo de investigadores. Esto exigía prototipos que estuvieran tan acabados como posible, listos para las pruebas sistemáticas. Fui responsable del diseño, fabricación e integración del kit de creación de prototipos Talkoo que tenía que integrarse plenamente en el ecosistema PELARS (Cuartielles et al. 2015). Sólo en la primera iteración, el kit incluía 13 placas de circuitos-y hubo que producir 50 copias de ese primer kit para que los participantes en el proyecto experimentaran su funcionamiento y desarrollaran actividades educativas con él. Una versión posterior del kit sólo tenía 10 placas, pero se necesitaron más de 100 copias de ese kit para los distintos socios del proyecto, y también como acción de difusión

del proyecto. Como resultado, para realizar algunas de las pruebas piloto del proyecto y algunas acciones de difusión, tuvimos que fabricar más de 1.500 placas de circuitos que se distribuyeron a más de un centenar de socios y posibles usuarios finales. Uno de los socios, la Universidad de Malmö, realizó más de 100 experimentos con grupos de veinte o más usuarios a la vez. En términos de ingeniería, al mirar las cifras, cabe preguntarse si aún estamos hablando de prototipos o de un pequeño lote de producción de un producto.

Cuando se trata de software de usuario final, donde el número de aplicaciones usuarios puede llegar a los miles, esto no es definitivamente un gran número, pero cuando se trata de hardware, y de pilotos con decenas de diseños fabricados por cientos para miles de personas, alcanza un nivel diferente de complejidad. Es mucho más tedioso preparar los pilotos, pero aún así no es tan difícil como preparar la producción de un producto fabricado en masa. Estos prototipos múltiples inclusivos siguen siendo prototipos en el sentido de que no han llegado al mercado y no están disponibles públicamente para su compra, pero son más que simples prototipos utilizados por usuarios únicos en un contexto de prueba más restringido. Los prototipos PELARS son de naturaleza abierta, ya que no tienen una propósito, al ser los bloques de construcción de una plataforma de creación de prototipos; esto significa que que hay algunas cosas que podemos esperar de los usuarios, como ciertos tipos de proyectos que podemos haber previsto en nuestros laboratorios, pero gran parte de ello vendrá de la interacción de los usuarios finales con los propios dispositivos.

Reflexiones finales sobre los métodos mixtos

En este capítulo se han expuesto los métodos que utilicé a lo largo de mis estudios para interactuar con los usuarios, construir prototipos para grandes series de estudios, extrayendo información relevante o decidiendo mi opinión personal sobre los proyectos en los que participo. Existe una diferencia entre mi enfoque y la mayor parte de la bibliografía sobre diseño, que se centra en casos a pequeña escala en los que el investigador del diseño tiene contacto directo con los usuarios. He construido un discurso a partir de las mejores prácticas de diversos profesionales de las artes y el diseño en un intento de explicar cómo mi proceso no difiere mucho del de ellos, salvo por el hecho de que el alcance de los experimentos ha sido a veces mucho mayor en mi caso, requiriendo un tipo diferente de planificación y la adopción de un experto papel que podría pensarse contrario al sugerido por la literatura sobre la investigación activista participativa. Yo sugeriría que de hecho no es erróneo, como demuestran los casos en los que he participado, pero también por el hecho de que la tecnología en el futuro estará formada por complejos sistemas con cientos de puntos de datos, y en los que se necesitará una mentalidad será necesaria para lograr diseños exitosos.

Habiendo acuñado el término "prototipos múltiples inclusivos" para los anteproyectos de diseños que, o bien tienen muchas partes que interactúan en un sistema, o bien tienen que probarse con un gran conjunto de usuarios (o

ambas cosas, como en el proyecto PELARS proyecto PELARS), yo diría que los diseñadores de interacción deberían considerarlo seriamente cuando se trate de nuevos paradigmas informáticos como la Internet de las cosas, que aglutina la informática ubicua con la informática omnipresente y exige a los diseñadores no sólo comprender la tecnología subyacente, sino también las redes distribuidas y los flujos de datos. He llevado a cabo con éxito una serie de proyectos que pueden utilizarse como ejemplos de una metodología que los diseñadores pueden encontrar muy útil; una metodología que puede resumirse como una investigación de alta velocidad, abierta y investigación activista, en la que gran parte del aprendizaje y la contribución se producen en interacción directa con los usuarios que están probando la plataforma prototipo. Es de alta velocidad porque no es posible alcanzar ciertas fases del desarrollo con un análisis etnográfico tradicional del trabajo, ya que si bien puede pasar por alto algunos de los matices del diseño, al mismo tiempo hace posible que se desarrolle rápidamente como un sistema.

- 1. Comparando la teoría del actor-red con las matemáticas euclidianas, se puede decir que una red es una forma cerrada y tridimensional que tiene una estructura cambiante a lo largo del tiempo, en la que las otras dimensiones se representan cambiando los colores de las distintas partes del volumen de la forma, por ejemplo. El investigador traza la red en un determinado momento y en circunstancias específicas. El rastreo es una descripción del caso, lo que en matemáticas sería un gráfico plano bidimensional gráfico plano-una proyección de los puntos de la forma con los que el investigador ha estado en contacto. Cada punto sería un actor, y las líneas que unen a los actores serían las relaciones entre ellos. Extendiendo la analogía a Gaver, la suya es una algebraica construcción del diseño. Un artefacto es un punto en el lugar; una cartera (ya sea de un individuo o de un grupo) define un área. La comparación de diferentes diseños dentro del conjunto crea un dominio de diseño, define sus límites y ayuda a enmarcar la opinión del diseñador sobre el tema. Hacer colecciones de diseños ayuda a configurar la comprensión del ámbito mediante la variabilidad y la invariabilidad de los artefactos.
- La Open Source Hardware Association 2012a tiene un excelente resumen de su historia.
- 3. El Foro Arduino a veces mantiene hilos de discusión abiertos durante años.
- Arduino Leonardo es una de las denominadas placas Arduino clásicas, que funciona con microcontroladores de 8 bits.
- 5. Un dictador benevolente (véase el capítulo 5) tiene el poder de la comunidad para tomar decisiones en caso de conflicto, pero en principio actuará sólo en el mejor interés del grupo. En Arduino, las decisiones se tomaban en una asamblea formada por los cinco fundadores.

5 Lecciones aprendidas

Este capítulo es un nuevo examen de las ideas preconcebidas esbozadas en el capítulo 2 a la luz de la experiencia de desarrollo de los proyectos descritos en esta tesis. Se hizo evidente que había intenciones, necesidades, enfoques y mentalidades que sólo trascendieron a medida que los proyectos evolucionaron, y puesto que mi marco original, el manifiesto detallado en el capítulo 4 (Cuartielles 2004), nunca pretendió ser una regla dura y rápida sobre cómo proceder con la investigación, más bien una muestra de las posibilidades, simplemente incorporé nuevas perspectivas sobre cómo abordar con algunos de los retos aún sin resolver en el diseño de plataformas a medida que surgían. El resultado, presentado aquí, es un marco revisado que adopta una visión del diseño de plataformas basada en la experiencia, ampliable y modular. Ya no se detiene en cuestiones espaciales (tamaño) y temporales (rendimiento y ritmo) cuestiones, este marco 2.0 es más holístico en su enfoque, incorporando las cualidades blandas que son centrales en el discursos del diseño contemporáneo.

Mis pensamientos no sólo evolucionaron como resultado de mi experiencia práctica adquirida mientras co-creaba sistemas como Arduino, el sistema de localización en interiores interior, SandS, PELARS, o los wearables hápticos, sino también porque he seguido de cerca la literatura sobre el diseño de interacción, la sociología de la tecnología, las artes, la educación y la ingeniería. Dado que he participado en este proceso durante un periodo más largo, he tenido la oportunidad de ser testigo de cómo la evolución de la tecnología y su interacción con nosotros los humanos se ha difundido en las publicaciones académicas, los medios especializados (como las revistas de ingeniería), así así como en la literatura no especializada. En los últimos quince años se han desarrollado los paradigmas de la informática ubicua y omnipresente se han hecho realidad. La sociología de la tecnología ha vuelto a la teoría del actor-red con renovado interés gracias a nuevos estudios que la aplican a las tecnologías como la nube, las API y los agentes de IA (Bratton 2014, 2015). En el contexto de la educación, la tecnología parece un catalizador en el avance hacia paradigmas de aprendizaje como el aprendizaje basado en proyectos o el el aprendizaje basado en la experiencia (Säljö 2010). En la actualidad es habitual ver tecnología digital interactiva como parte de actuaciones artísticas e integrada en obras de arte (Fry & Reas 2007, 501). La ingeniería está coqueteando con los nuevos valores generados por la IA abordando las cuestiones éticas que plantean los vehículos autónomos que circulan libremente por las calles (Johnson & Miller 2008; Levinson et al. 2011). El comercio se lleva a cabo mediante sistemas automatizados (Cox 2017). Incluso las compañías de seguros están estudiando los posibles riesgos y oportunidades de las interacciones entre actores en la siempre cambiante red de carne, engranajes y bits conectados (Yeomans 2014).

Esta doble hélice de praxis y teoría ha llevado mi comprensión del campo a alejarse del tecnocentrismo de mis primeros trabajos hacia otra en la que un conjunto de actores humanos y no humanos comparten el protagonismo. He llegado a entender las ideas sugeridas por teoría del actor-red como un trazado

continuamente construido de patrones de interacción, modos de uso y relaciones sociales (mediadas por la tecnología). Yo mismo he trazado la red de actores del diseño de plataformas a través de un proceso de diseño iterativo, que ha puesto en juego un nuevo conjunto de supuestos para ayudar a cartografiar las redes de un modo que mire más allá de sus atributos espaciales y temporales. Es análogo al negocio de la microelectrónica: es una empresa compleja montar una fábrica dedicada a la producción de microchips al más alto nivel de miniaturización de una sola tacada. La creación de una megaestructura de este tipo (y me estoy hablando aquí del proceso de construcción de un ensamblaje extremadamente preciso, en el que humanos y no humanos trabajan en un turno sin fin y procesos y artefactos tienen que sincronizarse para informarse unos a otros en un ciclo incesante) requiere un proceso iterativo de perfeccionamiento prolongado un largo periodo de tiempo. (#fn1) {#fnref1 .footnoteRef}^ Reflexionando sobre la relación entre estos complejos montajes y plataformas, reconsideré qué herramientas son necesarias para la creación de plataformas.

Así, este capítulo presenta el conjunto de herramientas que han pasado a formar parte de mi caja de herramientas de diseño personal, y que se han ido perfeccionando a través de un proceso de diseño iterativo. Sugiero que constituyen un marco útil para diseñar y construir plataformas, ya que reúnen un conjunto de elementos discursivos para abrir la conversación a la hora de co-crear un sistema. Todos los términos han aparecido en la tesis hasta ahora -sostenibilidad, obsolescencia, apertura, comerciabilidad, comunidad, democracia (de empoderamiento tecnológico), lo político, la ecología-y, más que pretenderse verdades absolutas, están abiertos a la negociación, siendo herramientas de ayuda a la hora de modelar los conjuntos y sus contextos y de abordar el diseño de nuevas plataformas. No se necesitan todas a la vez, y cada una puede o no ser necesaria en un momento concreto de la evolución de una plataforma. Para simplificar, los presento en una especie de secuencia lógica, pero esto no implica que deban introducirse en el proceso de diseño en el mismo orden, ni que deban permanecer inalterados a lo largo de todo el proceso. Al igual que en el ejemplo de la construcción de una fábrica de microchips, se necesitan iteraciones y una evaluación continua del proceso al construir una plataforma: es el precio que hay que pagar por la falta de características de la plataforma.

En la descripción de los términos he continuado con la cronológica disposición como la más apropiada. Así, empiezo presentando las herramientas discursivas en el orden de los artículos de la recopilación, mientras que la explicación en profundidad de esos términos debe esperar hasta la segunda parte de este capítulo, donde amplío la discusión añadiendo una crítica de cada uno de los temas.

Documentos y otros proyectos

En esta primera sección volveré a examinar los documentos por orden (véase el capítulo 3), pero también a los proyectos que he utilizado para ilustrar los

¹¹

distintos casos considerados en esta tesis. Al observar cómo los términos cambiaron de relevancia a lo largo del tiempo, el proceso de comprensión de cómo se forman se convierte en el centro de atención.

Ponencia: Diseño de investigación aplicado a la creación de plataformas

Cuando escribí mi manifiesto de resign desearch en 2004, no era consciente de que las plataformas cobrarían cada vez más relevancia, por lo que en lugar de estudiar el diseño de plataformas, me interesaba más la idea de cómo los manipulativos digitales como materiales digitales podían llegar a formar parte de las prácticas cotidianas de diseño (Resnick et al. 1998; Redström 2001; Cuartielles 2004). La idea de democracia desde la perspectiva del acceso a herramientas y procesos (véase el capítulo 2) siempre me ha interesado, por lo que es el primero de los términos en aparecer. En el manifiesto, la democracia está relacionada con el concepto de colección de diseño como una forma de llegar a un público lo más amplio posible, y ser así más accesible. Estrechamente relacionada con ella se encuentra la idea de comerciabilidad: dado que Suecia (como toda Europa Occidental y la mayoría de países del mundo) es una economía capitalista, y dado que la tecnología se materializa en productos que la gente puede comprar, incluida la idea de que los objetos de diseño tenían que ser atractivos para los ciclos económicos contemporáneos de oferta y demanda, la comerciabilidad entró muy pronto a formar parte de mi discurso. Muchos de los proyectos que realicé entre 2005 y 2012 fueron financiados de forma privada o tenían como objetivo alcanzar un cierto grado de explotación. Esto tiene implicaciones éticas que discutiré más adelante cuando profundice en los aspectos políticos de las plataformas.

Proyecto: 'Micromovilidad y aprendizaje'

El primer proyecto de investigación al que me incorporé, "Micromovilidad y aprendizaje" analizaba cómo se relacionaba la educación con los espacios de aprendizaje (descritos en el capítulo 1). De este proyecto aprendí a describir un ensamblaje utilizando el término ecología. Fue al considerar los experimentos educativos cuando la conversación giró en torno a la metodología de trabajo de campo utilizada para recopilar datos en entornos experimentales. La configuración de un aula suele estar determinada por ciertas condiciones - su ubicación, el número de profesores, el número de alumnos, la duración de la clase- que en conjunto conforman la ecología de la clase. Al realizar un experimento sobre el uso de una tecnología específica en una clase, la naturaleza de esta ecología se ve transformada por la presencia temporal de actores excepcionales: investigadores, cámaras preparadas para grabar cualquier acontecimiento que se considere relevante, personas que toman notas y preguntan a los participantes (alumnos y profesores) sobre cómo se sienten o funcionan las cosas. Esto confiere a la clase un escenario diferente, una ecología diferente.

El análisis de la ecología de un experimento importa por la cuestión de si el ex-

perimento podría convertirse en la norma tras la intervención del investigador. Puede ser un reto para el profesor repetir el mismo tipo de experiencia sin ayuda externa. La cuestión es entonces si el diseño de la ecología experimental fue lo suficientemente bueno como para hacer sostenible todo el conjunto. La sostenibilidad se refiere aquí a los recursos necesarios para mantener una situación determinada. Otros posibles significados de sostenibilidad -en concreto, los que se refieren a aspectos medioambientales- no pasaron a formar parte de mi caja de herramientas hasta más adelante.

Publicación: Un sistema de localización en interiores que no llegó a ninguna parte

Los proyectos de investigación pueden tener más de un resultado. El sistema de localización en interiores producido como parte de la investigación realizada con la Universidad de Zaragoza-y que se convirtió en secundario en el proyecto "Movilidad y aprendizaje proyecto- tuvo un excelente resultado académico.² (#fn2) {#fnref2 .footnoteRef}^ Nuestro trabajo se publicó en IEEE Pervasive Computing. (Casas et al. 2007) como un artículo que no sólo analizaba la tecnología sino también en los problemas ocultos tras la instalación de algo tan complejo como un sistema de localización en interiores. Entre las lecciones aprendidas incluidas en el ponencia había muchos aspectos de diseño de la interacción, como por ejemplo cómo configurar un sistema con el menor número posible de operaciones, qué tipo de instalaciones podían llevarse a cabo, y cómo un sistema de este tipo (concebido al principio de la era de la IoT, al fin y al cabo) se podía implementado en espacios que nunca fueron diseñados para albergar sistemas electrónica en su estructura.³ (#fn3) {#fnref3 .footnoteRef}^

Aunque el logro tecnológico del proyecto era notable, estaba estaba menos claro cómo proceder para que fuera útil más allá de sus resultados. $^4(\# fn4) \{\# fnref4 .$ footnoteRef $\}$ ^ Cuando llegó el momento de decidir cómo garantizar la continuidad del invento, no hubo acuerdo sobre cómo seguir adelante. Siendo los años 2003/2004, el concepto de código abierto aplicado a licencias de hardware aún era desconocido a nivel institucional nivel institucional. $^5(\# fn5) \{\# fnref5 .$ footnoteRef $\}$ ^ Nuestra única opción parecía ser patentar la tecnología e intentar venderla, o incluso crear nuestra propia empresa para explotar los resultados. El principal problema era que nuestra tecnología era una prueba de concepto, y estaba unos diez años adelantada a su tiempo. $^6(\# fn6) \{\# fnref6 .$ footnoteRef $\}$ ^ Así que aunque el sistema de localización en interiores era un experimento muy interesante, no era una tecnología preparada para ser adoptada por una empresa emergente como su principal fuente de ingresos. A falta de alternativas de difusión, agravado por las diferencias dentro del equipo sobre cómo proceder,

²²

³³

⁴⁴

⁵⁵

⁶⁶

el sistema de localización en interiores estaba condenado a desaparecer como tecnología.

Un término que surgió en la discusión durante la fase final de este proyecto fue apertura. Al interactuar con mis socios de la Universidad de Zaragoza, aprendí que la apertura era una especie de activismo. ¿Por qué si no debería uno crear algo y compartirlo con los demás sin aparente beneficio económico vinculado a ello? Pasarían años antes de que el código abierto hardware fuera reconocido como un resultado responsable de investigación. (#fn7) {#fnref7 .footnoteRef} Cuando se trata de negocios, el código abierto y la innovación abierta (un término más abstracto) se han informado de que producen resultados indirectos para quienes generan la tecnología (Hippel 2005; Cuartielles et al. 2018).

Proyecto Arduino

El proyecto Arduino desempeña un papel fundamental en mi investigación. Con una comunidad de cientos de miles de usuarios que participan en su y millones de visitantes cada mes (Cuartielles et al. 2018), Arduino ha transformado la forma de entender la tecnología educativa pasando del laboratorio institucional al personal y portátil portátil. Ha democratizado el acceso a exactamente las mismas herramientas para personas de todo el mundo a precios ajustados a sus necesidades (gracias a la llegada de diseños derivados y clones al mercado). Arduino representa muchas cosas, y sin duda incluye -como plataforma- todos los términos que presento como herramientas en este capítulo; sin embargo, lo más importante es la idea de comunidad.

Construir Arduino nos obligó a mí y a mis socios en este viaje a pensar más allá de la tecnología. De repente, nuestro trabajo era relevante para gente del otro lado del mundo de formas que nunca habríamos imaginado. (#fn8) {#fnref8 .footnoteRef}^ Arduino sirve para aprender sobre tecnología digital, construir controles electrónicos para salas asépticas, lanzar pequeños satélites de órbita baja, fabricar máquinas para explorar el fondo del océano, controlar mezcladoras de líquidos en la industria alimentaria, o construir dispositivos de aprendizaje braille para niños con discapacidad visual. El gran número de personas que utilizan Arduino en su vida cotidiana vida cotidiana hace que tenga mucho éxito como proyecto. Muchos de ellos colaboran en el desarrollo posterior de la tecnología, ayudan a otros en el foro en línea organizan eventos en la vida real para hablar de ello, o escriben libros para compartir conocimientos sobre la plataforma. Estas personas conforman la comunidad de usuarios y desarrolladores de Arduino. Ningún otro proyecto en el que haya participado en el que he participado está a la altura de Arduino en cuanto a creación de comunidad.

⁷⁷

⁸⁸

Ponencia: Háptica

Los diversos proyectos sobre háptica abordaron la idea de experiencias interactivas espaciales y/o temporales. Los prototipos analizados en los trabajos se construyeron para explorar la posibilidad de crear múltiples artefactos que pudieran interactuar con una persona o un colectivo debido a propiedades espaciales o temporales. Todos los experimentos investigaron el concepto de prototipos múltiples inclusivos, introducido anteriormente (Capítulo 4). Saltamos de un experimento en el que decenas de actuadores fijados al cuerpo se disparaban en patrones preprogramados según la ubicación del usuario, a otro en el que cientos de actuadores de un traje eran activados por otro usuario que tocaba un traje idéntico en una remoto. La construcción de todos los prototipos requirió mucho tiempo y necesitaron todos los trucos posibles de hardware y software para hacerlos funcionar.

Si hubiera una palabra que dominara en este proyecto de una forma no vista en los demás, diría que fue obsolescencia. Se centraba en la limitación clave a la hora de construir prototipos múltiples inclusivos: el dinero. Para construir los prototipos, había que fabricar cientos de placas de circuitos con procesadores. En aquel momento, no podíamos permitirnos servicios de creación de prototipos caros o piezas, y esto nos obligó a ser muy creativos en la forma de construirlo todo. Hicimos revivir toda una serie de técnicas obsoletas, incluido el token-ring para implementar la comunicación entre las distintas partes de los prototipos. (#fn9) {#fnref9 .footnoteRef} Pero el término obsolescencia tiene un significado mucho más profundo, especialmente la obsolescencia planificada, que puede contrastarse con la idea de suficiente potencia computacional (enough computing power) que presenté en el marco teórico de la tesis (capítulo 2). A continuación detallaré el concepto, junto con la relación de la obsolescencia con la sostenibilidad.

Proyecto: 'Tecnologías creativas en el aula'

No pasó mucho tiempo hasta que construimos Arduino para dar a nuestros estudiantes acceso a herramientas de desarrollo de hardware embebido de última generación para el diseño de interacción que las propias herramientas fueron adoptadas al por mayor por otros educadores. Además de volver a desarrollar las herramientas Arduino como plataforma, me uní a un grupo de profesores de secundaria superior para experimentar con la adopción de la tecnología embebida en el currículo escolar estándar de ciencia y tecnología. Dirigí talleres sobre habilidades digitales del siglo XXI y pensamiento computacional para educadores en España en 2006 y en Argentina en 2007 y 2008; talleres que dieron lugar a la creación de recursos educativos por parte de los propios profesores mismos, diseñados para ser utilizados en sus clases. Me preocupaba transcribir mi proceso para que pudiera ser adoptado por otros, pero no fue hasta 2012 que tuve la oportunidad de diseñar un proyecto para abordar algunas de las

99

cuestiones que identifiqué durante aquellos primeros experimentos.

Así pues, el proyecto "Tecnologías creativas en el aula" (CTC) representa mi visión personal de una educación formal en tecnología en el nivel secundario superior. Pretendía convertirse en una plataforma en la que los profesores pudieran aprender sobre tecnologías educativas mientras enseñaban. La sostenibilidad era el concepto clave, ya que la intención era ayudar a los a los profesores a ser autosuficientes a la hora de explorar el uso de las tecnologías digitales en sus clases. El CTC era (y sigue siendo en el momento de escribir) un proyecto con una agenda política, ideado para devolver el poder a los profesores para que puedan decidir qué es relevante en un contexto siempre cambiante; la alfabetización digital simplemente no es suficiente, ya que las llamadas competencias del siglo XXI deben actualizarse constantemente, ya que la la tecnología digital es un campo en rápida evolución. El proyecto no sólo comenzó centrándose en un prototipo múltiple inclusivo -con cientos de personas implicadas en la primera iteración, saltando a miles de usuarios para la segunda y todas las iteraciones posteriores-sino que continuó haciéndolo, ya que consiguí llevar a cabo el proceso a escala internacional durante un periodo de cuatro años. La comerciabilidad se hizo cada vez más relevante para este proyecto, ya que las ONG que cubrían sus gastos a veces no podían proporcionar suficientes materiales para las escuelas, lo que hizo necesario que convirtiéramos los kits de CTC en productos para ayudar a las escuelas que, de otro modo, se quedaban sin las piezas que necesitaban. ¹⁰ (#fn10) {#fnref10 .footnoteRef}^

La experiencia de utilizar un kit para lograr algo técnicamente exigente. Lo he visto en una serie de proyectos resultantes de diferentes entregas del CTC. Ahora en su cuarta edición, el CTC sigue siendo un kit utilizado para mostrar a los profesores de secundaria superior cómo introducir la tecnología en sus clases. El proyecto se ha llevado a cabo en España, Ecuador, México y Suecia, y a finales de 2017 había llegado a más de 17.000 alumnos en interacción con más de 1.550 profesores en más de 730 escuelas, utilizando 860 kits. Dada la naturaleza del proyecto, el kit desempeñó un papel muy importante, y su diseño se iteró año tras año para incluir los comentarios de los participantes. Aparte de algunos fallos en el software o algún problema ocasional con el sistema de documentación en línea la respuesta de profesores y alumnos fue en general muy positiva. Gracias a la interacción con el kit y con otros profesores del proyecto, los profesores pudieron seguir una metodología de aprendizaje basada en proyectos, que incluía el uso de herramientas de software y hardware, todas ellas documentadas como interactuando con el resto de elementos como parte del kit.

Publicaciones: SandS y PELARS

Los dos proyectos de investigación europeos que he incluido en esta recopilación, SandS y PELARS, están representados por mis diarios de diseño de proyectos.

¹⁰¹⁰

Cada documento analiza el trabajo de creación de una plataforma tecnológica accesible plataforma para conectar el mundo físico con un artefacto digital, y de ahí a otros artefactos a través de Internet. El carácter inclusivo y la naturaleza múltiple de los dos proyectos proviene de que abarcan todo un segmento vertical de sus respectivos campos (IoT para hogares en el caso de SandS, prototipado superrápido asistido por ordenador con herramientas digitales en el caso de PELARS). Ambos proyectos contaron con una serie de prototipos pruebas con usuarios y largos periodos de desarrollo, y dieron como resultado artefactos creados con cierto grado de comerciabilidad en mente. \(^{11}(\pmu\fin11)\{\pmu\finter11\}\) . footnoteRef\(^{2}\)

Además de estudiar la posibilidad de que los resultados de la investigación se conviertan en productos y servicios a disposición de un público más amplio, SandS exploró la idea de la obsolescencia mediante el upcycling de los electrodomésticos no conectados existentes a una nube dedicada para que los usuarios pudieran utilizarlos para nuevos tipos de tareas. PELARS, por su parte, investigó la democratización de las herramientas de creación de prototipos creando un sistema más igualitario que, gracias a su facilidad de uso, haría posible la creación de prototipos digitales con artefactos físicos para personas que no tienen conocimientos de software o hardware. \(^{12}(\pmu\fin12)\{\pmu\fine \text{fnref12}\). \(\fine \text{footnoteRef}\)\(^{\chi}

Conceptos generales

Volviendo a la serie de preconceptos espaciales (herramienta, caja de herramientas, kit, plataforma e infraestructura) que presenté en el capítulo 2, debido a que sólo se refieren al tamaño del sistema apenas arañan la superficie de la construcción de plataformas. Recapitulando, una herramienta trata de las interacciones de una persona dentro de un contexto a través de una máquina; una caja de herramientas implica varias máquinas y materiales; un kit introduce en la noción de un objetivo predeterminado, además de la intención de educar al usuario; y una plataforma y una infraestructura lo llevan al nivel de lo público y lo privado. En cuanto a los aspectos temporales, el rendimiento se refiere a la potencia computacional y la velocidad de procesamiento. Un análisis de un sistema que utilice estos términos será muy tecno-determinista por naturaleza. Aunque ofrecen una visión válida sobre dónde encajan las plataformas en un ecosistema de cosas más amplio, he observado a lo largo del desarrollo de los proyectos tratados en esta tesis que se necesita una terminología totalmente para la construcción de plataformas. Un simple análisis en términos de escala y rendimiento no puede explicar los diversos aspectos que mis experimentos muestran como relevantes. Así pues, esta sección ofrece toda una nueva serie de requisitos funcionales (por tomar prestado un término técnico de la informática) para que los diseñadores aborden el diseño de plataformas con nuevos ojos. Los conceptos están dispuestos en una progresión desde tecnocéntrica hasta el co-aprendizaje de los participantes, pasando por la acción colaborativa

¹¹¹¹

¹²¹²

en la creación de plataformas.

Sostenibilidad

Krippendorff (2005), Callon (1991), Latour (1996) y Bennett (2005) ayudan a describir la idea de un ensamblaje como ecología (que se discute más adelante), existiendo marcos prácticos que podrían servir como ejemplos de cómo se ha aplicado en la vida real. Un caso documentado es el documento de USAID que hace referencia al marco de trabajo de las 5Rs (USAID 2016), que promueve proyectos y actividades sostenibles a través de actores locales y sistemas. El marco de las 5 erres (5Rs) toma su nombre de su planteamiento: la ecología de los sistemas debe comprender las cinco R de: resultados, roles, relaciones, reglas y recursos. Mientras que los resultados representan un activo intangible, inesperado y desconocido (no podemos prever el futuro), los otros cuatro términos son simplemente otra forma de ver a los actores e intermediarios (Callon 1991), y cómo interactúan en la la construcción de redes. La sostenibilidad, que es el término que nos ocupa aquí, depende de la obtención de resultados que las partes interesadas realmente valoren, y de la capacidad del sistema para producir resultados valorados a lo largo del tiempo (USAID 2016)-en otras palabras, está fuertemente vinculada a la idea de duración en el tiempo, que se logra si los resultados son satisfactorios para las personas implicadas en el proceso. 13 (#fn13) {#fnref13 .footnoteRef}

La sostenibilidad también puede entenderse desde el punto de vista de la disponibilidad. Por ejemplo, si un determinado recurso técnico se simplifica para que sea más fácil reproducirlo, puede existir más de ese recurso, como concluyen Raghavan y Hasan (2012) al analizar la infraestructura de Internet. Concluyen que un sistema como Internet, que puede implementarse de modo que esté libre de puntos únicos de fallo simplemente replicando piezas de la infraestructura técnica, es mucho más sostenible gracias a que cuenta con dispositivos fácilmente replicables y, por tanto, fácilmente disponibles, lo que parece ser también más medioambientalmente sostenible. Raghavan, en colaboración con Barath y Pargman, ofrece un análisis más detallado de este aspecto ecológico al estudiar la interacción persona-ordenador (Raghavan et al. 2017), y sugiere que la intermediación es responsable de que los recursos sean más complejos y, por tanto, menos sostenibles, y que 'el aumento de la complejidad en sí mismo es insostenible'. Su trabajo no es un manifiesto a favor de sistemas simples o más simples, sino para la eliminación de intermediarios que aumentan el número de pasos hacia los resultados de los sistemas, y con ello el coste. Un ejemplo de este aumento del coste es el mencionado anteriormente al hablar de la apertura y el sistema de patentes en la obra de Hippel (2005, 114), donde los costes aumentan a medida que se aplican más patentes de distintas fuentes al mismo producto, haciéndolo finalmente insostenible. Pero Hippel, al igual que Papanek (2011), Mari (2017) y Lessig (2004), está más preocupado por cómo la apertura en el diseño puede hacerlo más sostenible. Si alguien de-

¹³¹³

scubre una forma de mejorar un determinado diseño que luego publica este será más utilizado, más fácil de fabricar y, por extensión más sostenible. De ahí la prolongación de la vida útil de la tecnología GSM, la tecnología de comunicación que impulsó los primeros teléfonos móviles digitales, que sigue utilizándose como solución de emergencia y para la producción de dispositivos móviles baratos. A medida que las patentes detrás del GSM expiran lentamente y por tanto se convierten en "abiertas" (Goodman & Myers 2007), el gasto añadido de licencia por encima de la tecnología desaparece, justo en el momento en que los mayores conocimientos sobre cómo fabricar mejores módems utilizando el protocolo GSM hace menos complejo fabricar dispositivos de comunicación que utilizan esa tecnología. ¹⁴(#fn14) {#fnref14 .footnoteRef}^ Así, esta tecnología es más sostenible, aunque hambrienta de recursos -menos sostenible medioambientalmente- que otras tecnologías más modernas. A medida que la tecnología evoluciona, los protocolos de comunicación utilizan menos ancho de banda, menos potencia de transmisión, mayores tasas de compresión que ahorran energía y espectro de transmisión, lo que hace que los dispositivos más nuevos necesiten menos recursos, y eso se traduce en que necesitan baterías más pequeñas y, por tanto, son menos perjudiciales para el medio ambiente. Si nos remontamos a la historia de la radio comunicación, el receptor de radio AM más sencillo puede fabricarse con una patata como fuente de energía y unos pocos componentes. Es difícil deshacerse de las antiguas tecnologías muy extendidas por dos razones: los usuarios pueden resistirse a a adquirir nuevos dispositivos que realicen la misma función que los más antiguos, y estas tecnologías son, por definición, más sostenibles ya que son técnicamente más sencillas (aunque esto es sólo temporal, ya que una vez que la nueva tecnología se adopta ampliamente, es la antigua la que se vuelve menos sostenible).

Comerciabilidad

La comerciabilidad es un concepto directamente vinculado a la sostenibilidad de una plataforma, y aunque puede ser de vital importancia para su levantamiento y mantenimiento, no todas las plataformas se construyen necesariamente sobre un paradigma de mercado. Para las plataformas existe un fuerte vínculo entre sostenibilidad y comerciabilidad. La comerciabilidad determina si las plataformas perdurarán en el tiempo, gracias a su capacidad para generar un flujo económico que les permita sobrevivir y crecer como parte del sistema capitalista al que pertenecen. Cuando se construye una plataforma, la gente se involucran en el proceso por intereses muy básicos como la necesidad de herramientas para ejecutar determinadas acciones o el reconocimiento social como se documenta en el análisis de proyectos de código abierto realizado por diversos estudios (Malinen et al. 2010; Geipel et al. 2014). Sin embargo, la creación de grandes plataformas parece exigir modelos mixtos -lo que Hippel (2005, 91) denomina modelo "privado-colectivo" de incentivos a la innovación-en el que las distintas personas coinciden en tener intereses diferentes, algunos de ellos de da natu-

¹⁴¹⁴

raleza económica, como se ve, por ejemplo, en el caso de Guifi.net en España (Baig et al. 2016) o Arduino (Cuartielles et al. 2018). Lo que indican Guifi.net y Arduino es que la sostenibilidad a largo plazo de una plataforma va a depender de la capacidad de sus miembros para establecer una relación con el sistema económico existente, que para Europa Occidental en el momento de escribir estas líneas es la economía de mercado. Esta relación tiene que ser satisfactoria para todas las partes -usuarios, desarrolladores y cualquier intermediarios-y tiene que formalizarse con un acuerdo en el que las intenciones de todos los actores estén claramente descritas.

A primera vista, las pruebas parecen contradictorias en cuanto a si es sólo en una situación como la de Guifi.net o Arduino que puede sostenerse un sistema híbrido sostenido, en el que algunos de los colaboradores son voluntarios y otros reciben una recompensa por su participación. Existen otras plataformas como la que apoya la creación del kernel (el núcleo, o el bloque de construcción básico) del sistema operativo Debian, donde todo el trabajo lo realizan supuestamente voluntarios (Zacchiroli 2011). En mi opinión Zacchiroli, en su conferencia de 2011 (sobre el tema de la creación y el mantenimiento del sistema Debian) afirmó que los desarrolladores de Debian no eran pagados por Debian, pero no que eran voluntarios. Se debe considerar también el Informe de la Fundación Linux Linux Kernel Development (Corbet et al. 2012), que afirmaba que el 75% de los desarrolladores de Debian eran remunerados: '7.800 desarrolladores individuales de casi 800 empresas diferentes han contribuido al núcleo ... de hecho, la comunidad de desarrollo individual se ha duplicado en los últimos tres años". Su informe de 2017 revisó las cifras al alza: '15.600 desarrolladores individuales de más de 1.400 empresas diferentes ... El número de empresas que apoyan el trabajo en el kernel parece ser estable y no crece como el número de desarrolladores [... y] bastante más del 85% de todo el desarrollo del kernel es realizado de forma demostrable por desarrolladores a los que se paga por su trabajo (Corbet & Kroah-Hartman 2017). Lo que esto demuestra es que, para crear una plataforma sostenible, es importante estar bien asentado en el paradigma socioeconómico existente. En el caso de Linux, el mercado aportó el 85% de sus costes de desarrollo en forma de corporaciones que pagan el tiempo de desarrollo haciendo que algunos de sus empleados escriban código que se "empuja" al fondo común de código. 15 (#fn15) {#fnref15 .footnoteRef}^ Por ejemplo, según el informe, el mayor contribuyente al núcleo Linux en 2017 fue Intel, una de las mayores corporaciones del mundo. Los verdaderos voluntarios de los que hablaba Zacchiroli sólo representan alrededor del 15% de las contribuciones; sin embargo, esto sin duda ha cambiado con el tiempo, como muestra la evolución de los informes muestra. Si nos remontamos a 1991, cuando Linus Torvalds creador de Linux, publicó su trabajo sobre la invención del kernel, el 100% de las contribuciones fueron realizadas por voluntarios, pero a medida que la importancia de Debian ha crecido con el tiempo, otros actores -incluidos algunos con intereses financieros- se han convertido en contribuyentes. Sin embargo, sin los voluntarios, la plataforma no existiría. La conclusión que cabe extraer de

¹⁵¹⁵

esto es que las relaciones entre los actores humanos y la plataforma cambian con el tiempo.

Cabe señalar que la comerciabilidad no se opone a la apertura, como demuestra el caso de Debian. Poner el conocimiento a libre disposición no significa que el trabajo necesario para producirlo deba hacerse sin gastos ni que el propio conocimiento no pueda venderse. Citando a Stallman, "el software libre es una cuestión de libertad, no de precio" (2002, 43). Más adelante en el mismo ensayo, Stallman desarrolla este argumento identificando tres capas a la comerciabilidad del software: creación (desarrollo), uso y distribución (intermediación). \(^{16}(\pm\frac{4}{fn}16)\{\pm\frac{4}{fnref}16\). footnoteRef\}^ Estos tres definen los modelos de negocio actuales para la creación de conocimiento, permitiendo a los desarrolladores ganarse la vida creando mejores herramientas, y haciendo así sostenible el sistema. Por ejemplo, en el caso de mis propios experimentos, el CTC era un híbrido educativo abierto de servicio y producto que se desarrolló con fondos de fundaciones privadas, y es ahora vendido por la empresa Arduino, mientras que las placas Arduino son diseños abiertos que funcionan con software libre, pero se venden tanto en línea como en tiendas de todo el mundo.

Esto ofrece la oportunidad de debatir las implicaciones éticas y políticas implicaciones de trabajar con un provecto como Arduino, que evolucionó de provecto de código abierto hasta su constitución como empresa en varios países. Formar parte de un proyecto como éste, tanto como activista participativo investigador y cofundador, plantea interrogantes sobre la capacidad del investigador para mantenerse fiel a los aspectos participativos del proyecto. La comerciabilidad implica formar parte de un mercado, donde la gente compra y vende productos y servicios, donde las decisiones no siempre se toman basándose en los mismos valores que los de la investigación activista participativa, y donde el investigador es sólo una parte del mecanismo de gobernanza y no el que tiene la última palabra. La comerciabilidad, como característica de la plataforma puede entrar en conflicto con sus otros valores. Ésta es una razón más para tener en cuenta el mercado y estar dispuesto a considerar hasta qué punto podría comprometer los requisitos funcionales y las intenciones del proyecto. En el caso de la empresa Arduino, por seguir con un ejemplo mencionado anteriormente (y siempre juzgando en retrospectiva), la apertura radical de sus procesos de desarrollo podría haber dificultado su toma de decisiones, lo que habría repercutido en la comerciabilidad de la herramienta y, por tanto, en su sostenibilidad. La cuestión sigue siendo si podríamos haber hecho las cosas de otro modo, sin dejar de garantizar la sostenibilidad del proyecto. ¿Fue optimizar la comerciabilidad de la forma en que lo hicimos una estrategia suficientemente buena? ¿En qué medida la preocupación por la comerciabilidad comprometió el establecimiento de la comunidad Arduino? Al observar las actuales métricas del proyecto Arduino en términos de uso y de popularidad en Internet, puede que el compromiso no sea lo primero que le venga a la mente; sin embargo, hay poco que decir sobre cosas que nunca sucedieron, y sólo podemos basarnos en los datos que resultaron de las acciones

¹⁶¹⁶

que emprendimos. El resto es el resultado de un ejercicio de elucubración que está más allá del alcance de esta tesis. En resumen, no existe una fórmula secreta para garantizar que las plataformas sean económicamente sostenibles; los tres casos documentados en esta sección son de naturaleza diferente, pero todos parecen funcionar y están generando sus propias redes de actores. Es evidente que existen diferentes modelos de cómo las plataformas, abiertas o no, pueden llegar a ser económicamente sostenibles con el tiempo.

Obsolescencia

Hemos visto anteriormente en esta sección que la sostenibilidad como concepto está vinculado a la obsolescencia cuando se examina la longevidad de una plataforma. En diseño tecnológico contemporáneo, nos enfrentamos al concepto de obsolescencia planificada o programada, es decir, la posibilidad de programar deliberadamente la desaparición de un sistema (London 1932). Tanto los productos como los procesos pueden quedarse obsoletos con la llegada de algo mejor, aunque lo nuevo no elimina necesariamente lo antiguo del contexto de uso: tanto la barredora de alfombras como la aspiradora aspiradora siguen coexistiendo en los hogares contemporáneos, aunque la última hava dejado obsoleta a la primera (Nelson 1967). Existen varias razones para ello. Puede haber una obsolescencia técnica controlada por el gobierno programada en las infraestructuras y los servicios para aumentar su capacidad, siendo el ejemplo clásico la migración de la televisión analógica a la televisión digital terrestre. En los últimos años, la analógica se ha extinguido en todos los países europeos (y en muchos otros), sustituida por la televisión digital terrestre, mucho más eficiente desde el punto de vista del espectro. Este cambio fue programado por los distintos países y vigilado a través de sus instituciones -públicas o privadas- dedicadas a la gestión y supervisión del espectro de las telecomunicaciones. En los últimos años hemos visto cómo esto sucedía para muchas tecnologías diferentes. Piense sólo en la migración de la telefonía 2G a la 3G, y más tarde a la 4G, y pronto a la 5G. La forma en que esto se impone suele ser aumentando los impuestos sobre los servicios que utilizan los sistemas antiguos; lo que obliga a las empresas que ofrecen los servicios a cambiar a la nueva tecnología también anima a los usuarios a migrar. Algunos han argumentado que este grado de control, limitando la obsolescencia sólo para mantener en funcionamiento los modelos de negocio existentes, es contraproducente (Lessig 2001, 83). Tampoco la obsolescencia programada tiene siempre un éxito inmediato, como se ha visto en el caso de la comunicación GSM. Esto, como dice Nelson, es 'un despilfarro', y no siempre se trata de un proceso planificado. De hecho, la obsolescencia puede producirse accidentalmente, del mismo modo que el automóvil hizo que la ciudad tradicional obsoleta, porque sus calles, aparcamientos y edificios no fueron diseñados para los cambios impuestos a la arquitectura por su llegada.

La obsolescencia es una consecuencia del desarrollo tecnoeconómico de una cultura (Nelson 1967) y depende totalmente del momento histórico en el que se encuentre una región determinada. Después de la Segunda Guerra Mundial era

norma práctica en EE.UU., por ejemplo, cuando el país era capaz de producir y vender productos de consumo en enormes cantidades mientras seguía invirtiendo en gran medida invirtiendo en bienes de capital. Sin embargo, el término "obsolescencia planificada" procede de London (1932), y de un ensayo en el que afirmaba que podía utilizarse para mantener boyantes la producción y el consumo (London 1932). Como escribe Nelson (1967), la obsolescencia puede no ser sólo una consecuencia de los avances técnicos; puede ser puramente estética. Utiliza la industria automovilística como ejemplo, en el que los usuarios acaban aceptando una pérdida financiera al comprar los nuevos modelos que aparecen cada año. Los objetos son obsoletos desde el momento se compran, a veces desde el momento en que se diseñan y, en algunos casos, incluso antes de que el proceso de patentar una invención esté completado (Ackermann 2009, 195).

El filósofo Herbert Marcuse, con su visión crítica del capitalismo, adopta una línea pesimista sobre la obsolescencia, explicando que forma parte de diseño del sistema y no una aberración (1969). Sostiene que su razón de ser es la perpetuación de la "lucha por la existencia". Él estaba investigando la idea de tolerancia en ese momento, y se refirió a la obsolescencia para demostrar que no puede considerarse algo malo siempre que sea tolerada por consumidores y productores. Al mismo tiempo, la tolerancia obliga al consumidor a acostumbrarse al cambio y a planificar ese cambio. Lessig (2001), enfocando la cuestión desde un punto de vista más liberal, da a entender que la planificación para el cambio es un freno de mano para la verdadera innovación, pues sugiere que cualquier cosa que obligue a la tecnología a funcionar con un paradigma de obsolescencia planificada (como es el caso de la comunicación vigilancia del espectro) limita las posibilidades de una innovación tecnológica revolucionaria revolucionaria (85). Lessig juega con la idea de eliminar no sólo la regulación gubernamental del espectro, sino también los controles del mercado, aunque reconoce que podría conducir rápidamente a la tragedia de los bienes comunes.

Hay otro punto que señalar sobre la obsolescencia, que es la medida en que está determinada por la puntualización. Hay sistemas que no se quedan necesariamente obsoletos por el envejecimiento de la tecnología, sino porque, al haberse vuelto omnipresentes y, por tanto, invisibles, nadie se se interesa por ellos. Los sistemas -incluso herramientas y plataformas enteras- pueden quedar obsoletos porque dejamos de interesarnos por ellos de forma directa, pero esta obsolescencia no hace que sean menos necesarios. En efecto, la puntualización trae consigo una obsolescencia de naturaleza cognitiva: porque no vemos la herramienta, no la percibimos como necesaria, y eso sigue siendo así hasta que ocurre algo inesperado. De ahí la "Heartbleed" de OpenSSL vulnerabilidad detectada en 2014, que afectó a la gran mayoría de dispositivos conectados a Internet (Synopsys Inc. 2014). Había habido un fallo de implementación en estado salvaje desde hacía hasta tres años hasta que se encontró en 2014 en la biblioteca OpenSSL, un componente clave del software de encriptación que conecta los ordenadores Linux y Windows a Internet. Esto significaba que durante un largo periodo usuarios malintencionados podrían haber accedido a las claves de cifrado y a los contenidos protegidos de los usuarios. El software, con errores y todo, era

tan omnipresente que todo el mundo había dado por sentado que funcionaba a la perfección. Esto distaba mucho de ser cierto, porque no había nadie que se ocupara de las necesarias actualizaciones del código -el proyecto OpenSSL no no disponía de los recursos financieros para su mantenimiento (Kaminsky 2014). El fallo en la biblioteca OpenSSL que desencadenó la vulnerabilidad Heartbleed se produjo por la falta de recursos asignados a la revisión por pares del código que ejecutaba el sistema: una vez que era invisible, sólo era cuestión de tiempo antes de que quedara obsoleto. Esta es también la cuestión en el análisis de la delegación (2005, 2008). Al explorar los orígenes de una ética de las cosas y la posibilidad de delegar decisiones morales a los llamados agentes morales en una red de actores, señala que al delegar estamos dando la responsabilidad de realizar una tarea a otra persona otra persona o -como en este caso- a un sistema digital. Delegar una tarea dentro de una actor-red puede equivaler a un acto de puntualización, porque toda la complejidad de esa tarea desaparece de la vista.

Probablemente la lección que hay que aprender sobre la obsolescencia es que no siempre es algo malo aplicarla, y no entra necesariamente en conflicto con la idea de sostenibilidad medioambiental o incluso de sostenibilidad del producto (también conocida como longevidad). La obsolescencia también puede convertirse en una estrategia de diseño en su propio derecho; por ejemplo, si el precio es el factor determinante en la creación de un objeto o servicio, podría ser conveniente utilizar piezas que sabemos que pronto quedarán obsoletas como forma de reducir el coste para el usuario final. Incluso puede ser una puerta a un patrimonio común de conocimientos, ya que si no hay interés en obtener beneficios de una tecnología, tal vez podría ser de código abierto, de modo que podrían construirse ecologías de reparación y conocimiento construirse a su alrededor. Todo ello me lleva a la apertura.

Apertura

Ya he introducido la noción de apertura como método de diseño con varios niveles de aplicación (capítulo 4). Conceptos como 'apertura radical' implican ser abiertos no sólo sobre los resultados, sino también sobre el proceso de obtención de resultados y las intenciones de los diseñadores. Este tipo de apertura -incorporada al proceso- se basa en procesos de cocreación en los que participan usuarios y diseñadores (y, en última instancia, desarrolladores). La participación, en ese sentido, sería fundamental para seguir un proceso de diseño abierto con una agenda que se reescribe sobre la marcha. Esto es lo que menciona Bratton (2015) al hablar de la creación de "plataformas utópicas": eberíamos "permitir la aparición de programas que no podemos prever ... de antemano ... un megaestructuralismo basado en la metáfora ... de la atmósfera y en la escala y ubicuidad de las nubes" (42). De vuelta al mundo de lo práctico, yo también he explorado cómo manejar la apertura, en mi caso utilizando licencias, y cómo la automatización de las licencias libres y abiertas ha permitido el desarrollo del diseño abierto como praxis. Ya he presentado casos que son relevantes aquí,

como Guifi.net o Debian, y por supuesto Arduino, que es una parte importante de muchas secciones de esta tesis.

El historiador Paul N. Edwards, que ha publicado sobre la creación de plataformas técnicas e infraestructuras como las redes militares que sentaron las bases de Internet tal y como la conocemos o la infraestructura de vigilancia y previsión meteorológica, adopta otro punto de vista sobre la apertura en su libro El mundo cerrado: Computers and the Politics of Discourse in Cold War America (1996). Su interés es el desarrollo de lo que él llama "el mundo verde", un espacio abierto donde los actores intentan llegar a un acuerdo con la complejidad del mundo a través de la 'trascendencia de la racionalidad, la autoridad, la convención y la tecnología. El mundo verde de Edwards amplía la perspectiva de la sostenibilidad para abarcar aspectos medioambientales. Los diseñadores de plataformas rara vez se encontrarán con un mundo que sea completamente cerrado o completamente abierto (verde). Es como si las representaciones del mundo de Edwards fueran sólo extremos que nunca alcanzaremos. ¿Lograremos alguna vez, como sociedad, alcanzar un escenario de mundo verde? ¿Hemos vivido alguna vez un momento así en la historia humana? ¿Es el mundo verde sólo una utopía, y siempre lucharemos para alcanzarlo desde nuestra propia versión cerrada del mundo?

Hay otro aspecto más de la apertura cuando se trata de la idea de comunidad: la curación de contenidos en las plataformas. ¿Quién debe determinar cómo se mostrará el contenido en la plataforma? ¿Quién controlará el mensaje? Esto conduce a otra forma de cierre, que Bratton denomina 'la desaparición del exterior' que se produce cuando el control del mensaje se cede a quienes también controlan la plataforma. Al hablar sobre la estrategia del sistema operativo de Apple para los dispositivos móviles personales Bratton describe cómo "el jardín amurallado de iOS ... también puede sufrir por tener que servir a la vez de plataforma y de contenido'. Esto significa que sin la curación abierta de contenidos, la propia plataforma se convierte en el contenido y se hace invisible. Esto resulta ser una regla de inferencia. Así, al querer controlar el mensaje y la forma en que se transmite, Apple tiene que cerrarse:"el precio de la curación es el cierre" (Bratton 2015, 46). La curación merece un debate más profundo cuando se trata con las comunidades, especialmente en el contexto de las comunidades de aprendizaje.

El mundo verde de Edwards (1996) es utópico, lateral e invita a la exploración, y lo contrapone a un mundo cerrado que es distópico, vertical y autorreferencial. Para ofrecer una explicación sencilla de lo que es, por ejemplo, un mundo vertical, en la economía de mercado hablamos de segmentos o "verticales", uno de los cuales es el Internet de las cosas. El vertical de dispositivos y personas siempre conectados y siempre activos -la IoT- abarca desde los sensores que recopilan los datos hasta las interfaces gráficas de usuario que presentan la información. interfaces gráficas de usuario que presentan la información. En el mundo cerrado, es imperativo poseer toda la vertical como forma de ejercer el control (Bratton 2015); en el mundo abierto, los dispositivos pueden migrar de una plataforma a

otra gracias a definiciones abiertas de API, definiciones abiertas de definiciones de hardware de los dispositivos, o protocolos de comunicación abiertos (Brody & Pureswaran 2014).

El estudio de la IoT como plataforma implica a toda una serie de actores que operan en una multiplicidad de redes, que a veces incluso están conectadas a otras redes. En la IoT encontramos que el debate sobre apertura se produce a todos los niveles: desde las tecnologías implicadas hasta los datos recopilados, procesados e intercambiados. La apertura puede aplicarse tanto a la existencia inmaterial como a la física de la IoT, pero también por extensión a otros contextos (Herstatt & Ehls 2015, 20). La forma de regular la apertura es mediante una serie de regímenes de licencias (capítulo 4). Como mencionan Herstatt y Ehls en su libro Open Source Innovation, "un elemento central en todos los enfoques [abiertos] es la colaboración en torno a un bien común valioso ... La mayoría de los proyectos de código abierto son actividades de un solo usuario actividades que probablemente podrían evolucionar hasta convertirse en una comunidad floreciente" (2015, 20). Este es otro aspecto relevante de la apertura: su invitación a colaborar. Aunque se trata sólo de una invitación, nunca de una obligación. Por lo tanto, al establecer procesos de diseño abiertos con resultados abiertos, estamos estamos invitando a otros a participar. La intencionalidad es crucial; sin embargo, no garantizará que nadie la siga, ni que hacer algo abierto asegurará que se forme una comunidad en torno a ello. La cuestión es entonces si es sostenible tener proyectos sólo porque son abiertos, aunque carezcan de una comunidad que los sostenga o los acoja. En otras palabras, ¿tiene algún sentido la apertura por el mero hecho de ser abierta?

Probablemente sólo podamos responder a eso examinando el activismo y la política, o quizás intentando construir algún tipo de código ético preventivo. ¿Por qué nos interesa que las cosas estén abiertas? ¿Es malo que en última instancia una empresa se beneficie de mantener un sistema propietario que podría ser muy beneficioso para la sociedad? A la luz de las actuales circunstancias en el uso de datos y cómo afecta a los usuarios, la respuesta puede ser que preferiríamos que ciertas cosas no ocurrieran. El problema con la falta de apertura en sistemas tecnológicos como los algoritmos de búsqueda los sistemas de control de los coches autoconducidos o las técnicas de cifrado es que es imposible auditarlos. Sin una revisión por pares de las tecnologías, ¿cómo podemos saber que no están haciendo daño? ¿Cómo podemos saber que están utilizando tecnología punta y no tecnología obsoleta y perjudicial? El ejemplo de OpenSSL Heartbleed demuestra que incluso cuando algo es abierto, la falta de recursos hace imposible realizar las auditorías necesarias. Estos aspectos se centran en la necesidad de encontrar estrategias para que los proyectos sean financieramente sostenibles en el tiempo, una variable que denominé comerciabilidad y que describí anteriormente en este capítulo.

Ecología

Esta sección aborda el concepto de ecología tal y como lo definen dos escuelas de pensamiento: la teoría del actor-red y la cibernética. He elegido a dos de sus principales defensores para apoyar mi argumento de que el término "ecología" debería desempeñar un papel importante en la creación de plataformas. En primer lugar, el representante de la teoría del actor-red es la socióloga Michelle Callon, conocido como uno de los principales defensores de la teoría del actor-red y por sus contribuciones al campo de los estudios sobre ciencia y tecnología, y su definición de las redes; en segundo lugar, representando a la escuela cibernética, está Klaus Krippendorff, ingeniero y especialista en cibernética, lenguaje y cultura, que habla específicamente de ecologías de artefactos dejando lo humano como un factor externo. Basándome en otros autores como Ehn, yo argumentaré que la ecología es una palabra fructífera para aplicar a las redes, ya que aúna la teoría del actor-red y la cibernética.

La ecología de un sistema se define por la forma en que el sistema está configurado: las piezas, las partes, las personas, los mecanismos, los lugares, los recursos, de hecho cualquier cosa relacionada con la existencia del sistema y la forma en que en que se utiliza definen su ecología. El término se basa en el de Callon, redes tecnoeconómicas (1991), que él describe como un 'conjunto coordinado conjunto de actores heterogéneos' que interactúan para producir 'métodos para generar bienes y servicios' (133). Los actores son seres sociales que se relacionan a través de intermediarios. Tanto los actores como los intermediarios pueden ser humanos o no humanos; lo que los distingue es la autoría que asumen los actores frente al papel comunicativo que adoptan los intermediarios. En una red tecnoeconómica, los intermediarios son lo que define la relación entre los actores, mientras que los actores son los los que poseen la autoría en la red.

La ecología de una red, tal y como la he definido aquí, incluiría por tanto a todos los actores e intermediarios de la red. Lo que Callon (1991) llama red es en cierto sentido lo que yo llamo plataforma. La ecología de una plataforma incluye, por tanto, todo lo que actúa como interfaz entre sus usuarios, sus desarrolladores y sus herramientas, así como las herramientas mismas. Es el objeto límite que aumenta el actor-red. Como he establecido, las plataformas se componen de hardware, software y documentación, y están vinculadas a una comunidad de usuarios implicados hasta cierto punto en cierta medida en la mejora de la plataforma. La ecología de la plataforma es, por tanto, todo eso: los objetos, los activos no físicos, el contexto, los desarrolladores y los usuarios.

En su libro de 2005 The Semantic Turn, Krippendorff introduce la ecología de los artefactos. Describe la ecología como la interacción entre artefactos: cómo se relacionan entre sí uno a uno o como parte de un grupo; si la relación se prolonga en el tiempo (algunos artefactos son la evolución de otros); y cómo se distribuye el poder dentro de la relación (en una economía de mercado, algunos artefactos son parásitos de otros, como es el caso de los clones y las copias). Estudios posteriores (Jung et al. 2008) añaden datos empíricos a la definición de Krippendorff.

Krippendorff (2005) también explora la complejidad y el tamaño de los artefactos en red, y cómo superan a las ecologías naturales tanto a nivel macro como micro. Jung et al. coinciden con esta forma de entender la ecología, señalando que 'sirve bien como metáfora y como constructo teórico para apoyar el examen de redes complejas de artefactos interactivos' (2008, 201). Un punto en el que todos estos análisis difieren de teoría del actor-red es en la consideración del factor humano en la ecología de los artefactos. Las personas establecen los términos según los cuales los artefactos interactúan entre sí, pero no forman parte de la red -muy diferente a la redes tecnoeconómicas y sociomateriales previstas por Callon (1991), o la teoría del actor-red de Latour (2006). De hecho, Ehn (2007), en su revisión de The Semantic Turn, reclama la agencia de la teoría del actorred de Latour en combinación con la ecología de Krippendorff. No puedo sino estar de acuerdo, ya que al considerar el término "ecología" necesitamos tener a los humanos como parte del conjunto sociotécnico. Krippendorff parece pasar de puntillas sobre el factor humano cuando afirma que 'las ecologías de artefactos, incluso de complejidad moderada, escapan a la comprensión de cualquier individuo' (2005, 195), y a continuación pasa a posibles clasificaciones de relaciones entre artefactos según diferentes perspectivas. En cambio, yo argumentaría que, aunque estoy de acuerdo en que es imposible esperar una visión a vista de pájaro de un sistema debido a su tamaño y a la velocidad a que se producen las interacciones (como expliqué en el capítulo 4), es esto lo que hace imperativo considerar a las personas como parte de la ecología, ya que nuestra interacción con la plataforma está moldeada por los propios artefactos y sus affordances, y viceversa. Ya no somos nosotros, los humanos, los que controlamos ellos, los artefactos, sino que somos nosotros dos integrados en una ecología de bits y átomos con bucles de retroalimentación cerrados (Wiener 1989 [1950]), donde la evolución y la duración de la plataforma dependen de nuestra capacidad como diseñadores para participar en este entorno siempre cambiante, fuertemente interconectada (Bennett 2005), y altamente dependiente ecología de sistemas y personas. Y la capacidad de una plataforma para involucrar a cualquiera que no sea su creadores en la interacción diaria se manifiesta en su comunidad, un término que examinaré a continuación.

Comunidad

El término comunidad alude a algunos de los aspectos humanos del ensamblaje. Feenberg (2007) (como se comentó en el capítulo 2), ofrece una sencilla definición, describiendo la comunidad como un mundo, un ámbito de práctica "más que una naturaleza observada pasivamente a la que se atribuyen valores (28). Los mundos de Feenberg se construyen a través de las conexiones entre actores, y son revelados por la "experiencia cotidiana". De Feenberg hay un paso corto a Gillespie (2010), cuyo trabajo utilizo para vincular comunidades y plataformas desde una perspectiva política, analizando cómo las plataformas deben ser 'progresistas' e 'igualitarias'. Gillespie afirma que las comunidades se rigen por contratos sociales. Estas ideas -comunidad a través de participación y experiencias compartidas, gobernanza progresista (democrática) e progresista

(democrática e igualitaria) y contratos sociales, que conforman la lente que empleo para observar las plataformas para calibrar lo que debemos tener en cuenta al estudiar (o formar) comunidades aumentadas por plataformas. En este caso, no me detengo en las observaciones, como en el capítulo 2, sino que profundizo para medir esas ideas con la experiencia, para responder a la pregunta de si el todo es mayor que la suma de sus partes.

Hippel (2005, 11) habla de comunidades de usuarios innovadores, en las que los usuarios se unen en redes "que proporcionan estructuras y herramientas útiles para sus interacciones y para la distribución de innovaciones". Un especialista en comunidades de innovación -grupos de personas que se reúnen para compartir conocimientos e innovar dentro de determinados sectores-Hippel enumera las ventajas que tienen las comunidades de innovación sobre los modelos de negocio: mayor rapidez de ensayo y difusión, y la construcción de sistemas más amplios mediante la creación de "módulos interconectables creados por los participantes de la comunidad" (11). Esto pone de relieve una de las razones por las que la modularidad es relevante para la creación de plataformas, va que permite una mejor manera de que los miembros de la comunidad contribuyan, con objetivos más factibles que si se enfrentaran a grandes cuerpos de trabajo monolíticos. El caso de Debian que mencioné antes es un buen ejemplo de cómo la modularidad permite a una comunidad de desarrolladores se forme en torno a la resolución de una tarea técnica compleja (Corbet et al. 2012; Corbet & Kroah-Hartman 2017; Fundación Linux 2018). Organizar el trabajo en torno a una plataforma como Debian requiere que el producto en sí, el software, se estructure de forma que pueda ser modificado simultáneamente por miles de participantes, la comunidad. La plataforma se construye en torno a la idea de tener grupos de personas modificando simultáneamente archivos de texto que están fuertemente interconectados, en los que una modificación en uno de ellos puede afectar al buen funcionamiento de otro. Una comunidad así requiere un modelo de gobernanza, un mecanismo de decisión, y una serie de herramientas técnicas especialmente creadas para agilizar la toma de decisiones y la evaluación de las contribuciones. La modularidad está por tanto en el corazón mismo de la comunidad Debian.

Volviendo a Hippel (2001, 83) y a su trabajo sobre las comunidades de innovación, muestra cómo aunque en términos de mercado pueda no tener sentido considerar la existencia de comunidades de innovación de usuarios con capacidad para innovar y competir con los gigantes establecidos del mercado, los datos empíricos demuestran lo contrario. Más allá de la innovación, otro aspecto que una comunidad podría abordar es la difusión en forma de intercambio de conocimientos. Para comunidades de individuos esto está relacionado con la apertura, como se ha descrito anteriormente en este capítulo. Hippel señala que las recompensas por revelar innovaciones dentro de una comunidad son "la mejora de la reputación, la expectativa de reciprocidad, y ayudar a construir una comunidad' (86). El papel de la plataforma en este caso es permitir que la comunidad comparta las innovaciones, porque, en términos de Hippel, compartir construirá de facto la comunidad.

Pero, ¿cómo se puede diseñar una comunidad? ¿Qué es lo primero, la comunidad o la plataforma? ¿De qué se ocupan los diseñadores, de la comunidad en sí o del proceso de hacer posible que la comunidad se produzca? En su ensayo 'El futuro no es lo que solía ser', el diseñador y arquitecto Victor Papanek reflexiona sobre cómo la "función de una comunidad... es actuar como un objetivo, no como punto de paso; un fin, no un medio; una parada, no un flujo' (1988, 13). Aunque se refiere a las comunidades desde el punto de vista de la planificación urbana, hay lecciones que aprender de su ensayo que se pueden aplicar al diseño de plataformas. Cuando Papanek habla del"diseño de comunidades" describe cómo un enfoque exitoso es el que pone 'todo el talento' en la creación de los espacios compartidos, el llamado 'núcleo comunal', y con eso en su sitio el resto del sistema le seguirá.

Una clara diferencia entre los datos empíricos de Papanek (1988) y mi propia experiencia es el tamaño de la comunidad. El tamaño de su comunidad -siempre hablando de personas que comparten un espacio común- era de unas 500 personas. Muchas plataformas en línea actuales con tan pocos usuarios no serían consideradas sostenibles. Es como si la desmaterialización de las relaciones en la red forzara la necesidad de muchos más usuarios para compensar la falta de sustancia física o, como dice Bratton los nuevos diseños utópicos (de ciudades) son islas (comunidades cerradas) que ofrecen "economía de escala centralizada y densidad para el consumo de recursos" (2015, 41). La 'Pila' de Bratton, una especie de actor-red global que se ha tragado a todas las demás redes y relaciones, va a 'apoyará economías de recursos megadensas', que a su vez impulsarán la creación de comunidades autónomas más grandes. La referencia de Bratton a la densidad puede leerse en términos puramente físicos como el número de usuarios participantes o contribuyentes activos a un mismo recurso comunitario, pero también podría tener un significado más cognitivo como la relación entre señal y ruido, o la calidad de las contribuciones a la comunidad. Como Geipel et al. (2014) mencionan en su estudio de un centenar de comunidades de código abierto, no es sólo el número de usuarios de una comunidad lo que importa, sino la calidad. Geipel et al. estudiaron SourceForge, un repositorio de proyectos de código abierto, por lo que tuvieron que establecer sus propios criterios de evaluación de la calidad. Esta es otra lección que hay que aprender cuando trabajar con plataformas, dada su naturaleza ad hoc (se definen por la interacción de usuarios y desarrolladores a lo largo del tiempo): los criterios de calidad son métricas que deben negociarse dentro de la red. Y esa negociación tendrá que continuar mientras exista la plataforma.

Además de las ideas desgranadas en esta sección -modularidad, densidad y compartir- que tienen todas que ver con la comunidad, hay dos aspectos principales que he tratado en subsecciones separadas: la democracia -entendida como capacitación tecnológica- y lo político-que examina la gobernanza y las implicaciones políticas de plataformas.

La democracia como empoderamiento tecnológico

El concepto de democracia de Alexander et al. (1977, 71-4) tal y como se promulga a través de la la descentralización del poder en las comunidades, si se aplica a la específica situación de un acuerdo sociotecnológico destinado a construir una comunidad de co-aprendizaje en la que los participantes se educan mutuamente al compartiendo experiencias, participando en el discurso y, finalmente contribuyendo al desarrollo ulterior de la plataforma, deja claro que, para ello, los usuarios noveles tendrán que empoderarse con la tecnología de la plataforma para convertirse en participantes activos. Este proceso de creación democrática de tecnologías, expresado como una necesidad por Feenberg (2010) (véase el capítulo 2), ha sido cuestionado tanto directa como indirectamente por varios diseñadores. En esta sección voy a sugeriré contraargumentos a la hipótesis de Alexander et al. y reflexionaré sobre cómo promulgué esta democratización (más que un proceso democrático) en diversos proyectos.

Anteriormente en este capítulo he presentado el núcleo comunitario de Papanek (1988), que a primera vista parece correr el riesgo del clásico problema del control ejercido por el centro sobre la periferia, como se explica, por ejemplo, en el estudio de Law (1986) sobre la navegación portuguesa a principios de la Edad Moderna. Sin embargo, creo que debemos hacer una distinción entre la infraestructura técnica y el actor-red real, la plataforma que nosotros, los diseñadores y usuarios, queremos construir sobre ella. Esto es algo que se trata en el documento de Saldana et al. (2016), que demuestra algunas de las formas de perseguir una arquitectura de red, incluidos algunos casos que son totalmente distribuidos. El caso Guifi.net de Baig et al. (2016) ilustra cómo, utilizando las piezas estándar descritas por Raghavan et al. (2017), sería posible que los novatos participaran en la construcción de una red. Sin embargo, en otras plataformas como Arduino que cuentan con millones de usuarios, la infraestructura técnica real está centralizada en un único proveedor en la nube. La arquitectura informática que la soporta está distribuida, pero no de la forma que Alexander et al. (1977) sugieren. Yo diría que hay cuatro combinaciones posibles: la construcción técnica, distribuida o no; y la gobernanza de la plataforma, distribuida o no.

Hay que señalar también que la categorización de la distribución de la gobernanza no puede definirse teniendo una respuesta binaria "sí/no". En diferentes niveles de cómo distribuir y promulgar el poder entre los miembros de una comunidad. Esto es algo que Raymond registró en su libro La catedral y el bazar (1999), que es de lectura obligatoria para cualquier persona interesada en cómo funciona una comunidad de software de código abierto. En el caso de Debian, existe una clara jerarquía definida como el 'dictador benevolente dictador' (Raymond 1999, 101) en la que toda la comunidad acuerda en que una sola persona tomará la decisión final sobre si se aplican parches técnicos a la tecnología o no. Algunos otros proyectos, como Arduino, cuentan con un equipo de personas que aplican los parches; son desarrolladores contratados por la empresa Arduino o desarrolladores de comunidades hermanas que se benefician de tener un entorno

de desarrollo entorno (el IDE de Arduino) para programar sus propios diseños de hardware. Otros tienen un mecanismo totalmente distribuido para decidir cómo aplicar parches. Geipel et al. (2014) señalan los distintos modelos de mando en una comunidad de creación de software: la comunicación dentro de la comunidad puede estar centralizada en un grupo de usuarios y desarrolladores muy influyentes, e incluso si una alta rotación de usuarios es importante para una comunidad en torno a una plataforma, es aún más importante que los que contribuyen puedan unirse en la mejora de las herramientas y la documentación para los recién llegados que se incorporen. Averiguar cuál es el mejor modelo a adoptar para lograr el desarrollo y la supervivencia de la plataforma es entonces una decisión de diseño. Es el ethos del proyecto el que acabará determinando este aspecto. Como dice Ehn (1988, 407), "El rol ... habilidad y la democracia [tienen] dentro de diseño orientado al trabajo es como valores conscientemente articulados en los que debe basarse el diseño".

En todos estos casos, existe una curva de aprendizaje para los participantes de la comunidad: nadie puede unirse un día y ser elevado a dictador benevolente al día siguiente. Las comunidades como las aquí presentadas son meritocracias. Sin embargo, el mérito sólo puede obtenerse mediante la activa participación activa en la comunidad, y eso significa que los participantes tienen que aprender cómo funciona. Para la propia supervivencia de la plataforma, la técnica de los usuarios es esencial, aunque sólo sea como estrategia para ayudar a los novatos a a encontrar su sitio.

Hay otra discusión que continuar del capítulo 2 sobre si un algoritmo es o no una herramienta. Aquí es relevante la cuestión del elemento democrático en el diseño de una plataforma, dado que los algoritmos son de alguna manera parte de su creación. Si las plataformas de software están definidas por algoritmos, el acceso a los procesos que abarcan es necesario para la creación, ajuste y mantenimiento de la plataforma. Hay ejemplos en los que el algoritmo es de vital importancia para la participación en una plataforma-el algoritmo de búsqueda de Google, que dirige todas las interacciones con la plataforma, por ejemplo. Google, la gente que hace búsquedas, la personas que intentan impulsar sus sitios web en los rankings de búsqueda, los bots que intentan hacer lo mismo: componen un interesante ensamblaje de humanos y no humanos. La razón para interactuar con la plataforma es o bien para buscar algo o bien para intentar mejorar el propio ranking. Aunque la operación de búsqueda es sencilla (aún requiere cierto nivel de habilidad para escribir las consultas que le guiarán hacia las mejores respuestas), el negocio de intentar mejorar su clasificación requiere una serie de técnicas -optimización de motores de búsqueda (SEO)- que no son sencillas. En ese sentido, los participantes no tienen poder para influir en el algoritmo, y están sujetos a las decisiones tomadas por una entidad que controla la plataforma. Lo interesante, como señala Rouvroy (2013), es que ni siquiera los ingenieros que dirigen la plataforma saben exactamente cómo funciona el algoritmo funciona. Así que la pregunta sigue siendo, ¿cómo se promulgará la democracia en plataformas en las que los algoritmos u otras personas no humanas desempeñan un papel vital en cómo se establecen las relaciones entre

El político

Latour (2006, 250), hablando de la posibilidad de cambio que una determinada estrategia puede ofrecer en el actual estado de cosas (políticas), concluye que "sólo si las fuerzas se componen de lazos más pequeños, cuya resistencia puede ponerse a prueba una a una, ... se puede tener la oportunidad de modificar un determinado estado de cosas'. ¹⁷(#fn17){#fnref17 .footnoteRef}^ Como diseñador leo esto en el sentido de que si queremos que nuestros procesos de diseño artefactos y servicios tengan un impacto significativo, también podemos pensar en grande pero actuar en pequeño. Esto parece estar en consonancia con el modelo de Alexander et al. (1977, 71-4) de gobernanza distribuida, tal v como se presenta en la sección anterior, donde la democratización se explica como el proceso de descentralización del poder hacia unidades o comunidades más pequeñas. Hasta cierto punto, esto parece como si la idea de desintermediación del capítulo 2 (Raghavan et al. 2017) se estuviera aplicando a los representantes políticos, y ¿por qué debería alguien tratar con una administración remota para resolver asuntos locales? El proceso de intermediación en este caso parece contraintuitivo. La impresión es que a las comunidades de Alexander et al. les iría muy bien con los líderes de Latour (o asambleas comprometidas), practicando una activa política a nivel local.

También en A Pattern Language, Alexander et al. deducen que nada se puede construido de forma aislada: la acción de construir tiene que reparar el mundo a su alrededor y dentro de él, haciendo que el mundo sea más coherente (1977, xiii). Se trata de una visión muy política del diseño, ya que supone que existe una intención de hacer el bien, que un cierto ethos forma parte del diseño. Y puesto que el diseño debe hacerse colectivamente, el ethos debe ser una propiedad (o característica) constitutiva de la comunidad y, por extensión, de la plataforma que la sustenta. Vincular esta idea de hacer el bien con la idea de educación, e incluso con la gobernanza, encontramos la Pedagogía del oprimido de Freire del oprimido* (2005), que sugiere que el objetivo mensurable del proceso educativo es la capacidad de pensar-transformar, y que tal objetivo se persigue mejor mediante la reflexión en la acción. Freire introduce su versión de la "dialógica" como una forma de educación conducida por el diálogo que se convierte en una práctica de la libertad. La educación, cuando se conducida, se convierte en una forma de hacer a todos iguales. Puesto que la tecnología no es neutral, la intención de educar en la creación de una plataforma es un intento de hacer el bien, un intento de practicar la libertad.

A otros autores les preocupa el uso que las plataformas comerciales hacen de la política para obtener ventajas financieras directas o indirectas. Esta se reduce a la cuestión de cómo equilibrar la comerciabilidad y otros valores. En el artículo de Gillespie "La política de las "plataformas" (2010), éste examina la historia de

¹⁷¹⁷

YouTube y su papel como facilitador de la libertad de expresión, pero también como lugar no comisariado donde se pueden cometer delitos bajo el paraguas de esa misma libertad de expresión. Gillespie muestra que ambas posiciones pueden quedar fácilmente enmascaradas por una capa protectora de discurso en la que el término "plataforma" desempeña un papel significativo. De forma muy similar, empresas como Google trabajan políticamente -a través de grupos de presión-, pero también "discursivamente para enmarcar sus servicios y tecnologías" (348). Según Gillespie, éste es un ejemplo de cómo los proveedores de servicios utilizan el lenguaje para transmitir una imagen atractiva de sus ofertas, apelando a términos que van más allá del puro negocio para incidir en otros contextos, como los derechos humanos.

Latour define una nueva forma de política, separada de la sociología crítica, y la denomina la 'constitución moderna'. Es 'la redefinición de la política como composición progresiva del mundo común' (Latour 2006, 254), fácilmente aplicable a los ensamblajes de la sociedad y la naturaleza a la a la vez. Latour desea construir la política de los actores-redes de tal manera que tenga en cuenta tanto a los humanos como a los no humanos. Él afirma que las controversias sobre lo que conforma el mundo social deben ser resueltas por los participantes, no por los científicos sociales. La política de Latour sobre la agencia es que los participantes deben ser los que tengan el control de la situación.

Al examinar los aspectos políticos de las comunidades, me he concentrado en dos temas principales: la idea de que la política consiste en participar en la gobierno de la comunidad; y la idea de que la política consiste en comprender el contexto a la hora de tomar decisiones, lo que llevaría no a las opciones más cómodas, sino a las que serán mejores para todos (incluidos los que están fuera de la comunidad).

Resumen

Este capítulo traza las lecciones aprendidas en el transcurso de mi investigación, desde las más teóricas hasta las más prácticas. Para dilucidar tanto los conceptos como los contextos en los que se desarrollan, secuencio la aparición de los "requisitos funcionales" que sostengo que deben investigarse al diseñar nuevas plataformas y, a continuación, detallo los propios requisitos por función, tematizando los trabajos de la recopilación junto con otros proyectos en los que he trabajado.

Los requisitos funcionales están dispuestos en un orden que muestra la transición desde conceptos más tecno-deterministas -sostenibilidad- a los más cercanos a la acción colaborativa y a conceptos como el co-aprendizaje trabajo colaborativo y comunidad. El resultado del capítulo es una serie de herramientas discursivas que los diseñadores de plataformas pueden añadir a sus cajas de herramientas personales, para utilizarlas a la hora de codiseñar nuevas plataformas de ensamblajes sociotécnicos en los que participen humanos y no humanos. Los conceptos constituyen una especie de red de actores, donde los diversos términos

(sostenibilidad, obsolescencia, apertura, ecología y comunidad) son los nodos interconectados, ya que estos conceptos no pueden sobrevivir aislados. Por lo tanto, sugiero sopesar cada uno de ellos cuidadosamente a la hora de diseñar, aunque aunque, como he mencionado antes, no existe un orden específico para aplicarlos, y puede que no sea necesario utilizarlos todos en todas las fases de un proyecto.

- 1. Antes de empezar en la Universidad de Malmö en 2000, trabajé como diseñador de microchips en Infineon en Munich, Alemania. Tuve la oportunidad de visitar sus instalaciones de Dresde, una fábrica construida en un campo que fue utilizado como cementerio de tanques al final de la Segunda Guerra Mundial. La obra fue construida en un tiempo récord por miles de constructores que trabajaban las 24 horas del día. Una instalación de este tipo está siempre en funcionamiento para maximizar el rendimiento de la inversión necesaria para ponerla en marcha.
- 2. El sistema de localización en interiores, que recibió el nombre de PISHA (Sistema de Posicionamiento en Interiores de Alta Precisión), se utilizó en uno de los experimentos de "Micromovilidad y aprendizaje" para seguir los movimientos de las personas en los espacios abiertos de la Escuela de Artes y Comunicación.
- 3. En 2003, en lugar de la IO solíamos hablar de WSN redes inalámbricas de redes de sensores- que precedieron a la IoT en varios años. Desde el principio se pensó que el sistema de localización en interiores era una instanciación de una WSN, una red en la que los diversos dispositivos inalámbricos podrían ser localizados por otros dispositivos.
- 4. Teníamos en nuestras manos una herramienta que podía localizar objetos en las tres dimensiones del espacio, a una frecuencia de actualización de 10 veces por segundo y con una precisión de 5 centímetros, utilizando el equivalente de un satélite como el GPS o Galileo, pero para uso en interiores.
- 5. El hardware de código abierto no contaba en el marco legal en 2005, cuando casi habíamos terminado de trabajar activamente con el sistema de localización en interiores; ahora sí cuenta, lo que hace más difícil encontrar apoyo para el proyecto entre instituciones o empresas.
- 6. En el momento de escribir estas líneas, algunas empresas están empezando a ofrecer servicios que utilizan mapas de interiores para espacios públicos y similares, mientras que los avances tecnológicos, principalmente en banda ultraancha, hacen que el posicionamiento lo suficientemente pequeño como para ser utilizado en todo tipo de aplicaciones cotidianas.
- 7. La primera revista de hardware abierto fue *HardwareX* de Elsevier (https://www.journals.elsevier.com/hardwarex/) y no apareció hasta 2015.

- 8. No sólo no previmos el éxito de Arduino, sino que tampoco preveíamos su atractivo para personas que no eran nuestros usuarios principales. Para algunas personas, Arduino se ha convertido en su principal fuente de ingresos, como expliqué en mi ensayo 'El poder de la copia de la copia' (Cuartielles 2011); para otros fue el camino hacia una carrera en ingeniería; y hay gente que fabrica máquinas para mejorar su vida cotidiana automatizando tareas sencillas, etc.
- 9. Token-ring es una técnica de red en la que todos los dispositivos están dispuestos en una configuración circular. Cada dispositivo sólo puede comunicarse con el de la izquierda o el de la derecha. En enviar un mensaje a cualquier dispositivo de la red, los paquetes de información tienen que viajar a través de una secuencia de otros dispositivos hasta llegar al receptor. La comunicación es unidireccional, por lo que incluso si un dispositivo pudiera comunicarse técnicamente en dos direcciones, lo hará sólo lo hará en una. El nombre "Token-ring (anillo de fichas)" procede de la forma circular forma de la red y del hecho de que, para determinar qué dispositivo tiene derecho a enviar datos, los dispositivos se pasan un token digital que les da derecho a ocupar el canal.
- 10. 'Tecnologías creativas en el aula', que pone a los a los profesores sobre las herramientas educativas contemporáneas, es un proyecto que diseñé para la empresa Arduino, patrocinado por las fundaciones 'Fundación Telefónica' y 'Fundación Bancaria La Caixa' en 2013, y un producto oficial de Arduino a partir de 2018.
- 11. El proyecto SandS allanó el camino para la creación de la placa Arduino Yun que se vendió muy bien por su enfoque innovador para ofrecer conectividad a Internet así como control de bajo nivel de controladores físicos para dispositivos sensibles a la latencia, como los motores. Por la Arduino Yun, Arduino fue galardonada con el Premio Luminary a la Innovación por la Comisión Europea en 2017.
- 12. El conjunto de herramientas PELARS sigue siendo utilizado para pruebas de usuarios por investigadores de la Universidad de Malmö, mucho después de la entrega final del proyecto. Aún no está claro si este diseño se convertirá en un producto. Arduino intentó acelerar el proceso lanzando una campaña de crowdfunding que no salió adelante por razones puramente financieras: la suma necesaria para que el proyecto fuera viable era mayor de la que la comunidad estaba dispuesta a apoyar.
- 13. La métrica de cómo medir la satisfacción varía en función del contexto y las circunstancias. Para los desarrolladores, la satisfacción viene de que su trabajo sea apreciado por los usuarios; para los usuarios, si el sistema funciona como se esperaba; para todos, si un sistema funciona mientras se necesario.
- 14. Basándose en esta premisa, varios vendedores siguen fabricando placas que incluyen módems GSM-por ejemplo, Arduino lanzó su placa MKR GSM

- en 2017 para aprovechar la conectividad GSM mientras exista, que podría ser varios años.
- 15. Push, pull, commit, add: todos son términos comunes en el mundo del software, siendo los comandos básicos para compartir código en Git, el software de código abierto de código abierto utilizado para cocrear aplicaciones de software con la colaboración de miles de contribuyentes. 'Push' se refiere al comando para enviar el código propio al repositorio compartido.
- 16. Stallman 2002, 44: "Así, puede que haya pagado dinero para obtener copias de software libre, o puede haber obtenido copias sin coste alguno. Pero independientemente de cómo haya obtenido sus copias, siempre tendrá la libertad de copiar y modificar el software, incluso de vender copias. Software Libre no significa no comercial. Un programa libre debe estar disponible para uso comercial, desarrollo comercial y distribución comercial. El desarrollo comercial de software libre ya no es inusual; dicho software comercial libre es muy importante"
- 17. Latour (2006): 'Si tienes que luchar contra una fuerza que es invisible, irrastreable, ubicua y total, serás impotente y rotundamente derrotado. Sólo si las fuerzas están formadas por lazos más pequeños cuya resistencia puede ponerse a prueba una a una, que usted podría tener una oportunidad de modificar un determinado estado de cosas. Para decirlo sin rodeos: si existe una sociedad, entonces no hay política posible"

6 Conclusiones y reflexiones

El reto que plantea la RFID es cómo utilizarla para replantear la subjetividad humana de forma constructiva y que mejore la vida sin capitular ante sus aspectos coercitivos y explotadores. ** (Hayles 2009, 48)

El argumento de Hayles es claro: la tecnología es un aspecto fundamental de nuestras vidas, y resistirse a ella no conseguirá nada ya que eso simplemente eliminaría tanto lo bueno como lo malo. Mi capítulo final no intenta resolver esta dicotomía; de hecho, espero dejar a los lectores con aún más preguntas a la hora de formarse su propia comprensión de lo que constituye una plataforma y cómo podría co-crearse como parte de un proceso democrático.

Este capítulo examina las cuestiones de investigación de si la modularidad constituye una característica básica para una "plataforma-cosa" y cuál es un posible conjunto de requisitos funcionales para crear plataformas. El texto revisa los trabajos realizados para responder a ambas preguntas. Sin embargo, esta tesis no está escrita como un bucle cerrado, sino como peldaños de una escalera hacia un nuevo conjunto de definiciones que se utilizarán en casos reales. Los mismos peldaños conducen a una discusión más metafísica sobre los actores-redes, donde los nuevos tipos de actores ya están cobrando relevancia casi mientras escribo. Los estudiosos contemporáneos están examinando muy detenidamente la inteligencia artificial (IA), un actor no tan nuevo que va a producir un desequilibrio en la red hasta que encontremos un nuevo equilibrio, lo que va a requerirá reconsiderar nuestros propios valores e incluso nuestra definición de la vida misma. La IA es uno de los principales factores técnicos de las nuevas plataformas, ya que ayuda a dar sentido a las enormes cantidades de datos que generan. Las reflexiones de este capítulo pretenden suscitar el tipo de preguntas abiertas que me resultan familiares de la literatura internacional, y que seguiré investigando en el futuro.

Diseñar plataformas consiste en construir lugares para que las comunidades compartan, coaprendan y sigan creciendo (donde el crecimiento es una cualidad emocional y no el tamaño del grupo). Su construcción es colaborativa por naturaleza, y aunque puede surgir sin la intervención de actores externos, la aportación del diseño puede ser necesaria para desencadenar el proceso. Esta tesis explora específicamente escenarios a gran escala, en los que múltiples prototipos inclusivos se crearon, desplegaron y probaron con una variedad de usuarios. Alginos de los proyectos han conseguido cierto grado de sostenibilidad, otros han evolucionado y/o han sido reutilizado gracias a su transfereibilidad. He estudiado algunos de estos proyectos durante un largo periodo de tiempo, como respuesta a una comprensión de los sistemas digitales que sólo se preocupaba por el tamaño, el rendimiento y el ritmo. A medida que los proyectos evolucionaron con el tiempo, y gracias a un marco metodológico que permitía que los objetivos de la investigación se redactaran sobre la marcha (investigación a través del diseño), identifiqué una serie de términos -que denomino requisitos

funcionales- para utilizarlos además de mis ideas preconcebidas iniciales como forma de planificar mejor las intervenciones para crear plataformas. Esto representa un cambio desde un enfoque tecno-determinista a otro más centrado en la comunidad. Cabe mencionar que veo las comunidades como conjuntos de personas en un actor-red, pero no descarto la posibilidad de otorgar agencia a los no humanos, hasta el punto de que podrían formar parte activa de las conversaciones comunitarias, cuyo alcance se analiza más adelante.

Esta tesis se centra en la creación de plataformas como objetos limítrofes idealizados que hacen que los actores de una red interactúen de forma óptima. Se ha considerado que las plataformas carecen inicialmente de características; esta falta de atributos es un punto fuerte, ya que permite que las interacciones entre actores formen las affordances y características de la plataforma. El papel de un diseñador en este escenario es el de investigador activista participativo, actuando como catalizador en las conversaciones entre los actores -sean humanos o no- en la red. Como sugiero, los diseñadores podrían practicar la actividad de metadiseño de infradiseñar las herramientas y los sistemas para permitir que los usuarios participen activamente en la reprogramación de la plataforma, o incluso en su creación en primer lugar. Modularidad, entendida como el diseño como bloques reutilizables; la densidad, definida como el número de usuarios por recurso, pero también la relación señal/ruido; y la puesta en común explicada como parte de un proceso de apertura: todos ellos son aspectos clave aspectos de la construcción de plataformas.

Mi pregunta de investigación considera que la modularidad es fundamental para la creación de plataformas. En el camino he descubierto que no sólo la modularidad es relevante, sino que también lo son los otros aspectos que acabo de mencionar. Es más, existe un aspecto dual en la modularidad, ya que tiene tanto transferibilidad como generalizabilidad. La transferibilidad se refiere a lo que Björgvinsson et al. (2012) denominan "cosas", o resultados de diseño creados para ser óptimos en su reutilización. La modularidad aborda esto desde una perspectiva estructural. Los bloques de código pueden reutilizarse, los protocolos con interfaces claramente definidas pueden reutilizarse, las API con idénticas colecciones de métodos pueden sustituirse unas por otras, y hay ejemplos en el ámbito técnico que lo demuestran claramente. La literatura abordada en la tesis apunta también en esta dirección, ya que habla de la construcción de redes técnicas a partir de dispositivos estándar, o el diseño de sistemas operativos. Los casos prácticos muestran también que la modularidad es muy fuerte: Arduino es una plataforma electrónica modular; los módulos SandS mutaron en los PELARS: los módulos hápticos fueron creados para ser mezclados en diferentes configuraciones hechas de un único diseño bloque. La generalizabilidad, que se fija en la estandarización, está presente en los requisitos funcionales analizados en el capítulo 5. A modo de ejemplo, la obsolescencia es posible porque existe una forma estándar de comunicarse en el espectro de radiofrecuencias regulado por el gobierno (como en el caso de las las redes GSM), y la apertura sobre los procesos es una forma de garantizar una normalización consensuada entre las partes que compiten en un determinado sector. La modularidad vista en

términos de generalizabilidad implica que deberíamos crear módulos que sean estándar para diferentes plataformas. Existen ejemplos de ello los métodos de autenticación para plataformas digitales, sistemas de pago para compras en línea, y metáforas de interfaz de usuario para sistemas de gestión de contenidos. Dada la contextualización de muchos de los términos utilizados en esta tesis, ha llegado el momento de volver a plantear mi pregunta de investigación, aunque primero introduciré mi propia definición de "plataforma", para la cual, siguiendo a Björvinsson et al. no hablaré de plataformas, sino de plataformas-cosas.

Las plataforma-cosas

Plataforma-cosa es a plataforma lo que "Cosa" es a cosa en la definición de Björvinsson et al. (2012). Es un objeto límitrofe (boundary object) que aumenta la comunicación entre los actores de una red, sosteniendo la participación la toma de decisiones por distintos medios. Como tal, la plataforma debe ser creada teniendo en cuenta la transferibilidad, entendida en analogía con el proceso de infrastructuración. La plataforma-cosa hace posibles procesos transferibles de cocreación, incluida la implementación tecnológica. Este concepto, la transferibilidad, se entiende fácilmente en la creación de plataformas digitales, donde existen métodos -como las licencias abiertas- que permiten la creación de bloques de código o contenidos transferibles. Este también puede trasladarse al mundo físico, como hemos visto con la llegada de las licencias abiertas para el hardware en los últimos años. Todo ello permite la creación de plataformas transversales que involucran tanto a humanos y no humanos, así como los reinos físico y no físico.

Dado que las plataformas responden a una serie de valores (o en mi definición, requisitos funcionales), también lo son las plataformas-cosas. Los valores como tal son propiedades blandas que cambian con el tiempo. Las cosas-plataforma deben ser capaces de acomodar diferentes conjuntos de requisitos funcionales o variaciones de los propuestos, ya que se espera que cambien con el el tiempo. Dicha variabilidad, especialmente durante la formación de la plataforma-cosa, no debería ser un problema central, ya que las plataformas-cosa heredan de forma casi programática las propiedades de las plataformas, como la falta de características. (#fn1) {#fnref1 .footnoteRef}^ Esta falta de definición inicial se ve contrarrestada por una intención social. Las cosas-plataforma tienen una API social embebida que las prepara para una posible participación en la gobernanza compartida, o para inscribirse en la construcción de la plataforma, o para crear aplicaciones encima.

Mis preguntas de investigación revisitadas

En el capítulo 2, me pregunté si la propiedad básica de modularidad expuesta por Hayles (2009) para la RFID podría generalizarse y transferirse a las redes

¹¹

de actores para utilizarlas en la construcción de plataformas, ahora plataformascosas. Abordé este concepto con vistas a reprogramar el actor-red creando un
nuevo conjunto de reglas para conseguir que los distintos módulos interactuaran
de tal manera que el resultado fuera mayor que la suma de sus partes. Esto es
lo que debería constituir una plataforma. Mi primera pregunta de investigación
es por tanto si esta modularidad, que podríamos denominar transferibilidad (en
el sentido de que sus affordances podrían transferirse a otros diseños) y generalizabilidad (sus propiedades podrían convertirse en un estándar) constituye una
característica básica para una "cosa-plataforma" -un constructo sociotecnológico
para el funcionamiento de aplicaciones reconfigurables- y al mismo tiempo un
artefacto sociomaterial para el aprendizaje colaborativo.

Dada mi definición de plataforma-cosa como resultado transferible de una actividad de diseño en el contexto más específico de las plataformas digitales, la modularidad es, por tanto, una propiedad básica, porque está en la naturaleza del código ser modular. Corresponde entonces a los diseñadores y desarrolladores infradiseñar las librerías y los fundamentos básicos de la plataforma -sus bloques de código- para mantenerlos lo suficientemente modulares como para que sean transferibles. En la práctica contemporánea del diseño de software hablamos de librerías, API, fragmentos, todos los cuales significan diferentes formas de la transferibilidad de código y datos entre desarrolladores, pero también entre entidades.

Por otra parte, la generalizabilidad a menudo depende de si una plataforma es ampliamente adoptada, algo que está relacionado con su sostenibilidad, donde el tamaño de la comunidad garantiza que dispone de los necesarios recursos para mantener el sistema en funcionamiento. También puede depender de la capacidad de los diseñadores de plataformas de negociar con otras plataformas emergentes para unir sus fuerzas para crear una única forma de realizar esa única acción. Un ejemplo tomado del mundo técnico es la creación de un grupo de interés especial (SIG) para estudiar un protocolo de comunicación y gestionar la propiedad intelectual relacionada con su implementación. Así pues, la generalizabilidad puede lograrse mediante crecimiento directo o a través del crecimiento general de la red de la que la plataforma forma parte.

Por tanto, puedo responder afirmativamente a mi principal pregunta de investigación: las plataformas, y más concretamente las plataformas-cosa, tienen las características de reutilizabilidad y reprogramabilidad, lo que las hace modulares por diseño, y también transferibles y generalizables.

En cuanto a la segunda pregunta de investigación, "Dada la definición de una "Cosa" por Björgvinsson et al. (2012) como un "conjunto socio-material ensamblaje"-y mi propia definición de plataforma-cosa-¿Qué tipo de requisitos funcionales pueden conducir el trabajo de diseño hacia la creación de una plataforma?" He respondido a la pregunta examinando un nuevo conjunto de términos (sostenibilidad, obsolescencia, apertura, ecología y comunidad), que ahora forman parte de la nueva caja de herramientas del diseñador para la cocreación de plataformas-cosa.

Visiones de futuros posibles

Aunque la IA fuerte aún está lejos de hacerse realidad (Boden 2017), lo que implicaría la reproducción artificial de una conciencia con cualidades humana, la noción de inteligencia colectiva de un ensamblaje es todavía evidente en los conceptos enmarcados por Bennett (2005), Rouvroy (2013), Bratton (2015), e incluso Latour (2006), como si existiera un meta-ser capaz de controlar la dirección del centro de gravedad de la plataforma, a pesar de los esfuerzos de cualquiera de los actores por moverse en una dirección diferente. Esta visión sugiere que debemos considerar las plataformas como entidades vivas: como espacios de co-aprendizaje siempre cambiantes, redes de actores sociotécnicos con agencia en su conjunto, pero también como partes de sistemas que se autogestionan de algún modo a través de la interacción de todos los actores entre sí. Así pues, también podemos empezar a ver cómo los papeles en una plataforma podrían entenderse de formas totalmente nuevas, desafiando las concepciones tradicionales de control (Wiener 1989 [1950]), propiedad (Lessig 2001, 318), e incluso la propia naturaleza de la vida (Conde Pueyo 2014, cap. 1). La evolución de los sistemas hacia esta realidad implica que cada uno de los actores implicados está en constante transformación. A continuación destacaré algunas de esas transformaciones y cómo podrían afectar al futuro de las plataformas.

Las personas como sensores

Uno de los aspectos más visibles de esta transformación de los papeles de los actores implicados en una plataforma es cómo las personas ya no son meros beneficiarias de la producción de los sistemas, sino que participan cada vez más en la generación de datos para las plataformas, un movimiento que comenzó con la transformación de los consumidores de medios en creadores de medios (Baigorri et al. 2005, 165), y que ahora ha evolucionado con el cambio de importancia de los contenidos a los metadatos (Rouvroy 2013). Mientras hablemos de la creación de diseño antropocéntrico, las plataformas estarán ahí para servir a necesidades humanas, que deben expresarse en términos de máquina y entregarse a la plataforma para su procesamiento. Esto convierte automáticamente a los humanos en sensores (Afolabi et al. 2017), las extensiones de la máquina que captan información del mundo y se la dan a sus socios no humanos para que ellos la procesen.

Existen conjuntos de transductores que los seres humanos utilizan para captar información del mundo. Los dispositivos de comunicación personal son ahora omnipresentes, y mediante la inclusión de la tecnología de sensores y el proceso de captación de todo tipo de tipos de información contextual, nos han convertido a los humanos en virtuales sensores, o extensiones de la entidad no humana que llamamos máquina (Resch 2013). Hemos transformado nuestro propio papel de meros usuarios o consumidores de los resultados de las operaciones de procesamiento, a productores de la información necesaria para alimentar esas operaciones. La plataforma actúa como intermediaria entre nosotros y nosotros mismos, al tiempo que depende de nosotros para alimentarla, para su propia

supervivencia. Y aunque la plataforma técnica carece de la IA necesaria para alcanzar cierta conciencia y autoconciencia (Boden 2017), el ensamblaje sí cuenta con cientos de humanos que ayudan a construir la conciencia colectiva de la plataforma.

Aunque tenemos la opción de no suscribir la idea de actuar como un sensor, ya lo hacemos por el bien de la sociedad. La mayoría de nosotros acepta a facilitar datos a la investigación médica, o a publicar imágenes de nuestras vidas en Internet o aprobar la detección automatizada de vehículos con exceso de velocidad en las vías públicas carreteras públicas; imágenes y datos que luego son escrutados por un algoritmo para extraer patrones que ayuden a la evolución de la delegación automática máquinas (Adam 2005). En mi opinión, el reto no es si vamos a aceptar este nuevo papel de los humanos en un ensamblaje, sino si seremos capaces de negociar unas condiciones aceptables para la mayoría. Se trata de una cuestión compleja que trasciende el aspecto puramente cognitivo descrito aquí, ya que afecta a nuestra capacidad de decisión, a la realidad social de clase (los que tienen poder para afectar y los que no), la creación de nuevos tipos de trabajo y de leyes laborales, etc.

La moneda de pertenencia

La moneda de la pertenencia tiene dos aspectos: el puramente financiero, y cuánto estamos dispuestos a ceder nuestra privacidad por la plataforma (Leckner 2018). Desde una perspectiva financiera, las cosas cuestan dinero: el ancho de banda, los servidores, la mano de obra para mantener los aspectos técnicos de la plataforma en funcionamiento, y similares. Desde este punto de vista pertenecer a una plataforma significa que alguien tendrá que pagar las facturas. Si el usuario no lo hace, ¿quién lo hará? Y está el otro aspecto, si los usuarios no están pagando dinero, ¿podrían estar pagando de otra manera? ¿Serían esas condiciones de pago serían aceptables?

Actualmente, las plataformas son análogas a los bancos, al ser intermediarias entre los reinos material e inmaterial. Los humanos representan a los ahorradores pero también prestatarios con intención de consumo. El dinero que se ahorra son los datos, mientras que el dinero que se presta es la información. La aturaleza del dinero cambia en el momento en que tiene una finalidad; las intenciones son los metadatos del dinero, lo que lo contextualiza. Los metadatos son lo que hace que los datos sean información: el lugar donde se tomó una fotografía, el navegador que accedió a una página web, el sexo de la persona que realizó una compra. Para la plataforma, los metadatos son casi más importantes que los datos en sí, ya que ayuda a construir relaciones entre los usuarios, definiendo así patrones y asignando valor (Rouvroy 2013; Brody & Pureswaran 2014; Mantelero 2016). Las plataformas contemporáneas ganan dinero con la agregación de lo inmaterial y lo utilizan para pagar por lo material. Depositan su confianza en que los usuarios acumulemos suficiente información a través de nuestra interacción con sus sistemas para que ellos tengan algo que vender después. El valor no está tanto en el valor único de unos pocos retazos de información sobre nosotros, sino en la interacción de ese valor único con el resto procedente de otros individuos (Mantelero 2016). Nuestro valor individual real es muy bajo (Brody & Pureswaran 2014). Más que lingotes de oro, nuestra información representa las monedas de cobre del cajón del cajero del banco.

Pero el valor no es bidireccional, ya que el pago potencial por lo que damos por pertenecer es muy bajo. Podemos obtener muy poco por nuestra información, al menos mientras la gente siga intentando producir tantos tantos datos como sea posible, publicando sus vidas en plataformas, enviando transacciones a las bases de datos, geolocalizando cada uno de sus movimientos. Incluso si algunos de los datos nos parecen sin sentido o inconexos, la plataforma le dará potencialmente sentido (Simon 1996, 8). Por otro lado el tiempo que tenemos que invertir para volvernos irrastreables (sin sacrificar el uso de la tecnología digital) o para borrar nuestras huellas, representa bastante mucho trabajo que se traduce en un gasto real para nosotros. Las plataformas no son no son gratuitas, y participar de sus beneficios tiene un precio. La economía de las plataformas, especialmente cuando son grandes, se basa en la esperanza y en enormes inversiones de capital. Estas inversiones proceden de fondos financieros que buscan un rendimiento de su inversión. A veces aceptan los datos como parte de la transacción: cuando se trata de datos, no somos más que las monedas en el bolsillo de alguien, y esto se hará cada vez más evidente con el paso del tiempo (Arrieta Ibarra et al. 2018).

Software

La importancia del software en el proceso de construcción de plataformas es crucial. La mera elección de un lenguaje de programación determina las capacidades e incluso las posibilidades de la interfaz de usuario. El éxito de una plataforma depende en parte de su diseño, algo que no se trata en la sección "Lecciones aprendidas" de la tesis, ya que no es un aspecto que se deba tener en cuenta a nivel conceptual, sino más bien a un nivel cognitivo. No se da por supuesto, pero depende en gran medida de la estética y de las prestaciones técnicas en un momento dado. He tocado sobre la idea del software al tratar términos como obsolescencia y comerciabilidad. Las plataformas digitales contemporáneas dependen en gran medida de la IA y necesitan nuevos paradigmas de software, mayores infraestructuras técnicas, bases de datos de tamaño inimaginable, y transferencias de datos más grandes que la vida. El software necesario para comandar dicha infraestructura técnica, buscar datos o trazar gráficos de relaciones entre categorías relevantes es muy complejo. Dado que los datos no siempre están disponibles de la misma manera y que la máquina no se ocupa de los acontecimientos (Rouvroy 2013), las respuestas a mis preguntas pueden no ser deterministas. El software tiene que actuar como interfaz para ayudarnos a separar lo relevante de lo irrelevante, por lo que su diseño es crucial, y campos como la visualización de datos son ya de suma importancia en todos los campos científicos.

Así pues, el software para cualquier nueva plataforma tiene que satisfacer las necesidades de muchos: la interfaz de usuario sencilla para el consumidor fi-

nal/sensor humano; el acceso a flujos de datos que fluyen constantemente en busca de información (eventos) el análisis de patrones y la toma de decisiones por parte de los motores de IA; la visualización de la información para quienes controlan la validez de los algoritmos; la facilidad de desarrollo y el coste de las herramientas para quienes que crean las plataformas. El futuro software para la creación de plataformas es uno de los mayores retos de diseño a los que nos enfrentamos actualmente. Las grandes corporaciones ya están ofreciendo a instituciones y particulares la oportunidad de construir utilizando sus herramientas de software propietario sobre sus propias infraestructuras de big data, pero eso aún dista mucho de ser óptimo. Ya hay indicios de que el software será uno de los campos de trabajo más activos para los diseñadores de interacción en un futuro próximo.

Protocolos

Los protocolos describen el proceso de comunicación entre los diferentes actores del ensamblaje: humanos con humanos, no humanos con no humanos, pero también entre humanos y no humanos. Los protocolos ayudan incluso a a establecer mecanismos de comunicación intraplataforma. Los protocolos dan la referencia de cómo se establecerá la comunicación, qué patrones de información deben intercambiarse para que se produzca un intercambio válido, y los formatos para encapsular los datos. Al establecer formas estandarizadas de intercambiar datos, también estamos abriendo la posibilidad de dejar que las plataformas crezcan, ya que podrían, por ejemplo, sindicar bases de conocimientos para mejorar su capacidad para realizar determinadas tareas. La estandarización de mecanismos de comunicación también podrían ayudar a crear formas de auditar los aspectos éticos de una plataforma. Me imagino la creación de API de ética, utilizadas para intercambiar información con los organismos reguladores de forma automatizada para asegurarse de que las operaciones se ajustan a la ley. Cuanto más podamos delegar estas acciones de la plataforma, más podremos centrarnos en mejorar otras cualidades, o en participar activamente en el coaprendizaje de nuevos aspectos que puedan ser relevantes para las plataformas.

Máquinas de estado

Entre los no humanos que participan en plataformas, en el futuro vamos a encontrar cada vez más artefactos mejorados digitalmente. La tecnología puede incrustarse en los dispositivos cotidianos, añadiendo nuevas posibilidades en las que no habíamos pensado. Pero las posibilidades de la tecnología también consisten en dotar a los dispositivos de sus propios comportamientos ante variables del entorno. Las máquinas de estado son mecanismos de control mecanismos que permiten asignar comportamientos a máquinas simples sin tener que orquestar sus respuestas desde una autoridad central en todo momento. Por ejemplo, un ascensor debería poder subir y bajar en un edificio sin tener que obtener la aprobación de una unidad de control central.

Los dispositivos pequeños no suelen ejecutar un sistema operativo, es decir su

software no es de propósito general por naturaleza, sino un simple ejecutable que puede modificarse mediante reprogramación. Esa reprogramación se realiza con un protocolo de comunicación impreso en el dispositivo cuando se fabrica. Por ejemplo, los protocolos de una placa Arduino forman parte del llamado cargador de arranque (bootloader), una pieza de software cuya única función es reprogramar el dispositivo.

Las delegaciones humanas simples pueden traducirse en máquinas de estado que reproduzcan varias veces una serie de comandos programados. Pero dado que los humanos ya actuamos como dispositivos de detección para las plataformas, ¿no podríamos ser vistos como ejecutores de simples scripts especialmente programados para nosotros? ¿Han encontrado los desarrolladores de plataformas cómo hackear la conciencia humana mediante la implantación de máquinas de estado en nuestra ropa y consiguiendo que realicemos tareas involuntarias para alimentar la plataforma con datos? Dejando a un lado las teorías de la conspiración, ¿sería posible que la conciencia colectiva de la plataforma nos haya convertido en nuestras propias máquinas de estados, diseñadas de tal forma que podamos aceptar moralmente su existencia?

Soberanía algorítmica

En la sociedad digital contemporánea, el control se ejerce a través de máquinas comandadas por estructuras programáticas dinámicas. Estas estructuras, que denominamos algoritmos (Dourish 2016), operan utilizando datos que han sido privados de significado (Rouvroy 2013), y por lo tanto se han vuelto irrelevantes para nosotros al tiempo que nos hace insignificantes, ya que nuestra singularidad se diluye en matrices de flujos de información bruta agregada (Mantelero 2016), categorizados automáticamente por el propio algoritmo. Rouvroy presenta la diferencia entre juicio y crítica cuando se habla de IA. El juicio describe la capacidad de agrupar datos en categorías. La crítica, en cambio, define la posibilidad de cuestionar las categorías para acomodar mejor los datos. Ambas acciones, hasta la llegada de la IA, las realizábamos los humanos, pero eso ha cambiado ahora. La IA es un sistema que nunca se detiene, donde el error no existe, donde los acontecimientos son desplazados, y donde las categorías son definidas automáticamente por algoritmos de aprendizaje profundo según parámetros que nunca podremos comprender. Esto hace imposible que cuestionemos las categorías, lo que nos impide criticar nada, incluida la propia máquina. En este caso la neutralidad excluye no sólo a un tipo de humano, sino a la raza humana per se. Se trata de un nuevo tipo de neutralidad en la que todos somos iguales a la máquina, pero no iguales con la máquina: el concepto a desafiar a través de la soberanía algorítmica.

Mientras que el hardware es complejo por naturaleza, hasta el punto de que aún no es autogenerativo, el software y la abstracción de la que deriva (es decir, los algoritmos) pueden ser producidos por software. El nivel de delegación que tenemos en el software no se parece a casi nada anterior en la historia en escala y responsabilidad. Sin embargo, los esfuerzos reguladores serán puestos en marcha

en algún momento, ya que así es como funciona nuestro sistema socioeconómico (Dutton 2014). Una vez que existe un punto potencial de conflicto la sociedad construye un nuevo interruptor de seguridad para intentar controlar la situación. Hay ejemplos históricos que van desde la creación de leyes para detener casos injustos hasta la evolución de sistemas políticos más humanos y actualizados con nuestra comprensión del mundo. Es sólo cuestión de tiempo que nuevas normas y reglamentos empiecen a vigilar nuestra nueva realidad centrada en la IA. Pero si eso va a ocurrir, ¿dónde está entonces el riesgo?

La producción de datos se encarna. Nosotros somos los sensores cuando somos uno con nuestras omnipresentes herramientas de medición: algunos proceden de nuestras interacciones con los demás; parte de ella la generan nuestros dispositivos de autocuantificación; parte es un rastro que queda al realizar transacciones financieras con el siempre rastreable, siempre ubicuo dinero digital. Merece la pena preguntarnos si tiene sentido trabajar para un futuro en el que los seres humanos trabajen en granjas de datos, alimentando a máquinas que piensan por sí mismas en una especie de relación simbiótica. Es difícil comprender cómo podría funcionar una simbiosis con algoritmos. Es mucho más fácil imaginar una relación parasitaria, en la que los algoritmos extraen el valor de nosotros obligándonos a abandonar lo que es relevante para centrarnos en fabricar lo que ellos necesitan. El mecanismo que elegimos para mantener el control es lo que me gusta llamar soberanía algorítmica, o la capacidad de ejercer el poder a través de algoritmos, la principal abstracción dentro del ensamblaje hombre-máquina en que nuestra sociedad se está convirtiendo.

El diseño de plataformas en tiempos de la IA

Esta tesis parte de la premisa de que las plataformas surgen allí donde las necesidades de los usuarios se encuentran con la capacidad de los desarrolladores para ofrecer sistemas que se adapten a esas necesidades. Además, he demostrado que las plataformas son límites entre las partes interesadas en las redes de actores. En cierto sentido, las plataformas utilizan los metadatos de las redes para crear nuevos contextos digitales, ya que la participación en plataformas implica cerrar un bucle de comportamiento entre el sistema y el usuario como individuo y como parte de un colectivo, tanto a partir de datos personales como agregados. Las plataformas-cosas están diseñadas para ser modulares, generalizables y transferibles, actuando en escenarios de uso que, una vez abstraídos en forma de patrones, pueden ser reutilizados. La IA puede hacer predicciones y analizar posibles escenarios utilizando las llamadas estrategias combinatorias de fuerza bruta, sopesadas entre sí para decidir el mejor resultado posible basándose en las métricas utilizadas para entrenar al sistema experto. ¿No podría entonces un algoritmo de IA entrenado crear plataformas-cosas basadas en diseños o patrones existentes? Aunque mi investigación hasta ahora ha demostrado las complejidades inherentes al diseño de plataformas, dada la capacidad computacional para anticipar (y por tanto simular) el comportamiento de los sistemas, ¿cuánto del trabajo de la creación de plataformas-cosas podría ser asumido por

la inteligencia algorítmica? La verdadera cuestión, una vez analizado el estado actual de la tecnología de IA, es ya no es si los sistemas artificiales serán capaces de sintetizar nuevas plataformas, dado un conjunto existente de patrones de diseño para permitir la interacción entre humanos, ya que tal posibilidad parece plausible. La verdadera cuestión es si la IA será capaz de anticipar nuevas modalidades de interacción y recorridos alternativos de los usuarios con fines comunicativos, en lo que en esencia constituirían nuevos diseños artificiales de plataformas-cosas.

1. En la programación orientada a objetos, hablamos de diferentes clases (definiciones de variables en el sistema) que heredan propiedades de otras.