



Cómo citar este artículo / Com citar aquest article / Citation:

Cerezo, A. (2024). Rutas raras y objetos ciegos. Una aproximación desde el arte a las cadenas de suministro tecnológico. *kult-ur*, 12 (22). <https://doi.org/10.6035/kult-ur.8518>

## RUTAS RARAS Y OBJETOS CIEGOS. UNA APROXIMACIÓN DESDE EL ARTE A LAS CADENAS DE SUMINISTRO TECNOLÓGICO

*Rutas raras y objetos ciegos. Una aproximación desde el arte a las cadenas de suministro tecnológico*

**Azahara Cerezo**

Artista e investigadora.  
[info@azaharacerezo.com](mailto:info@azaharacerezo.com)

**RESUMEN:** Frente a la extendida idea de «caja negra», el presente texto examina el concepto de que los dispositivos tecnológicos operan más como «objetos ciegos». Para ello, se apoya en la experiencia artística «Rutas raras. El trazado de la tecnología», desarrollada durante 2023 en dos espacios artísticos de la provincia de Barcelona. Este proyecto intenta revelar las cadenas de suministro globales detrás de algunos de los dispositivos tecnológicos presentes en espacios artísticos y culturales y que permiten el funcionamiento de una muestra o exposición. Las opacidades, emborronamientos y enmarañamientos resultantes exponen la dificultad de su acercamiento pese a una aparente transparencia y plantean preguntas hacia el papel que juegan las instituciones culturales respecto a la tecnología que utilizan.

**PALABRAS CLAVE:** objeto ciego, caja negra, cadenas de suministro, rutas raras, dispositivos tecnológicos

**RESUM:** Davant de l'estesa idea de «caixa negra», el present text examina el concepte que els dispositius tecnològics operen més com a «objectes cecs». Per a això, es recolza en l'experiència artística «Rutes rares. El traçat de la tecnologia», desenvolupada durant 2023 en dos espais artístics de la província de Barcelona. Aquest projecte intenta revelar les cadenes de subministrament globals que hi ha darrere d'alguns dels dispositius tecnològics presents en espais artístics i culturals i que permeten el funcionament d'una mostra o exposició. Les opacitats, els esborralls i embrollaments resultants exposen la dificultat del seu acostament tot i l'aparent transparència i plantegen preguntes sobre el paper que tenen les institucions culturals respecte a la tecnologia que utilitzen.



**PARAULES CLAU:** objecte cec, caixa negra, cadenes de subministrament, rutes rares, dispositius tecnològics

**ABSTRACT:** Contrary to the widespread idea of a “black box,” this text examines the concept that technological devices operate more like “blind objects.” To explore this, it draws on the artistic experience *Rutas raras: El trazado de la tecnología* (*Strange Routes: The Mapping of Technology*), developed during 2022 and 2023 in two art spaces in the province of Barcelona. This project seeks to unveil the global supply chains behind some of the technological devices present in artistic and cultural spaces, which enable the functioning of exhibitions or displays. The resulting opacities, blurriness, and entanglements highlight the difficulty of approaching these devices, despite an apparent and purported notion of transparency. Ultimately, it raises questions about the role cultural institutions play regarding the technology they use.

**KEYWORDS:** blind object, black box, supply chains, rare routes, technological devices.

## 1. «OBJETOS CIEGOS» Y CAJAS NEGRAS

En su poemario, *Circuito cerrado de vigilancia*, Mayte Gómez Molina habla de los dispositivos tecnológicos como «objetos ciegos» (2024). Esta noción puede relacionarse rápidamente con la denominada «caja negra».

Según Bruno Latour, una caja negra se caracteriza por la invisibilidad de sus procesos internos: cuanto más eficazmente opera una máquina, menos evidente se vuelve el conocimiento técnico que la sostiene (2001, p. 362). De este modo, las «cajas negras» representan mecanismos que opacan el funcionamiento interno de diversas entidades, dificultando su comprensión. Siguiendo esta noción, podemos pensar que muchos de los dispositivos tecnológicos que forman parte de nuestro día a día (teléfonos, ordenadores, algoritmos, etc.) operan como cajas negras: cumplen funciones específicas con aparente sencillez, pero el conocimiento sobre su interior y sobre cómo logran esas funciones permanece inaccesible, creando una separación insalvable entre objeto y usuario.

Sin embargo, la idea de «objeto ciego» añade matices y significativos que expanden la metáfora. Como apunta Gómez Molina: «Yo sueño con objetos / que, como yo, se equivoquen / que me enseñen las costuras / se confundan y fallen» (2024).

El «objeto ciego» buscan pensar el dispositivo desde sus costuras y sus fallas, sugiriendo una correspondencia peculiar con ellos, invitando a



reflexionar menos desde la invisibilidad o la opacidad que ocultan procesos y más desde la ceguera, exponiendo una relación sensorial donde, si bien puede existir una pérdida total o parcial de la vista, se amplían otras formas de percepción más allá del ojo.

Vilém Flusser ofrece una imagen esclarecedora al respecto: «Al tocar determinada tecla estoy iniciando un proceso complejo en el interior de la caja negra del aparato. [...] Se trata de un teclear “a tientas”, y quien dice “a tientas” está diciendo que algo se mueve ciegamente con la esperanza de encontrar algo, como por accidente» (2015, p. 51).

Su enfoque describe esta interacción como un acto casi intuitivo, en el que el usuario tantea botones, teclas o pantallas táctiles, aún sin comprender realmente lo que sucede dentro del dispositivo. Así, el gesto, como la vista, no es transparente (Flusser, 2015, p. 51), y revela igualmente zonas de desconocimiento turbias y borrosas. En acciones aparentemente sencillas, como teclear para escribir un mensaje o realizar una búsqueda en Internet, subyacen procesos complejos que operan fuera de nuestra percepción, pero, mientras que la «caja negra» enfatizaría lo inaccesible de los procesos internos, el «objeto ciego» sugiere una dimensión que se conecta con cuerpos y contextos externos.

Bajo la idea de «objeto ciego», un dispositivo no solo presenta un funcionamiento interno complejo opaco, sino que también interactúan con el mundo, dirigiendo nuestra atención hacia aquello que no conocemos o que permanece oculto, afuera del objeto mismo. Una pantalla táctil tiene una materialidad específica que el dedo tantea, y abre una inevitable ablepsia tecnológica no solo plantea preguntas sobre la comprensión individual de lo que se está tocando, sino también sobre las implicaciones éticas y sociales de depender de sistemas cuya operación no controlamos ni entendemos.

Así, el «afuera» revela que los «objetos ciegos» no son autosuficientes ni funcionan aislados, sino que son entidades que operan con diversas funciones y dependencias. Funcionan como nodos enredados en una red de dependencias y relaciones interconectadas. Por ejemplo, los teléfonos móviles no son solo herramientas personales: dependen de sistemas de telecomunicaciones, infraestructuras energéticas y cadenas logísticas transfronterizas.

En este sentido, nos damos cuenta que: «no hay una única caja negra por abrir, [...] sino una multitud de sistemas de poder entrelazados. Por lo tanto, la transparencia completa es una meta inalcanzable» (Crawford, 2023, p. 34).

Desplazándonos de nuevo la noción de «caja negra» a la de «objeto ciego», Crawford, de forma similar a Flusser, argumenta aquí que sobre nuestros dispositivos solo puede disponerse de una mirada incompleta,



parcialmente ciega; esa «incompletud» pone en evidencia que las costuras de los «objetos ciegos» son múltiples, y no se limitan únicamente a su funcionamiento interior, a aquello que pasa dentro cuando pulsamos los botones. ya que en ellos subyacen dinámicas sociales, económicas y ambientales que incluyen procesos complejos que exceden nuestra percepción inmediata. Los objetos ciegos, por tanto, implican siempre costuras que revelan regímenes espacio-temporales complejos, asociados a jerarquías sociales, dinámicas coloniales, impactos ambientales, redes de telecomunicaciones y estructuras financieras, entre otros factores (Morton, 2018; Bratton, 2016).

Como una forma de respuesta para abordar esas costuras, Katherine Hayles nos propone una perspectiva que no busca simplemente «abrir» para encontrar respuestas definitivas, sino que reconoce los límites la simbolización del conocimiento mismo (2017), allí donde las costuras mismas existen. Este enfoque no solo es revelador en términos filosóficos, sino también prácticos: nos invita a explorar las desconexiones que rodean a los dispositivos tecnológicos en lugar de limitarnos a sí mismos.

Una forma de llevar esto a la práctica es tomando como punto de partida las cadenas de suministro que hay detrás de su existencia y producción, pues nos revelan estructuras de poder y dependencias globales.

Podemos definir una cadena de suministro como el conjunto de procesos, actividades y entidades involucradas en la producción y entrega de un producto o servicio, desde la obtención de las materias primas hasta la entrega final al consumidor. Las cadenas de suministro que participan en la producción de los dispositivos técnicos atraviesan distintas geografías, espacios, labores y materiales y que, de esta manera, son una herramienta para comprender no solo el presente, sino qué desequilibrios genera.

Dentro de este contexto, la trazabilidad, entendida como la capacidad de rastrear y documentar el recorrido de un producto o material a lo largo de todas las etapas de su ciclo de vida, surge como un concepto clave. Al ofrecer una imagen completa de su producción, desde su extracción y su montaje hasta su distribución y venta, permite dar cuenta de que, detrás de un lenguaje técnico y neutral, emergen historias humanas y ambientales que a menudo pasan desapercibidas.

Por ejemplo, la extracción de materiales para fabricar dispositivos electrónicos suele implicar graves consecuencias ecológicas:

La extracción y refinamiento de los metales raros causan un inmenso daño ambiental. La utilización de estos metales en las tecnologías [...] digitales requiere la extracción de enormes volúmenes de roca y el uso de cantidades ingentes de ácidos. Para purificar una tonelada de tierras raras se necesitan 200 metros cúbicos de agua. En el proceso, esta agua se contamina con metales pesados acabando, sin tratar, en ríos, suelos y acuíferos (Pitron, 2021).



También reconoce a las personas que trabajan, entre otras tareas, en el movimiento de *stock* en almacenes<sup>1</sup> o en el ensamblaje de los componentes, en ocasiones con algunos que presentan un alto grado de toxicidad,<sup>2</sup> dentro de cadenas de montaje, en muchas ocasiones desplazadas hacia el llamado sur global:

Los menores costos de fabricación para tiradas más pequeñas de diferentes productos en ciertas partes del mundo, combinados con opciones de distribución más rápidas, baratas y mejor coordinadas, significaron que las empresas podían producir bienes en un lugar, ensamblarlos en otro y transportarlos fácilmente para su consumo en otro lugar. Un artículo del New York Times de 2007, por ejemplo, explica la amplia cadena de suministro geográfica de un iPod desglosando la fuente, el costo y el ensamblaje de las 451 partes que componen el dispositivo. [...] La desindustrialización en algunas zonas de Occidente, donde la producción se ha vuelto demasiado cara, y la industrialización masiva en otras partes, concretamente en la India y China, donde los costes laborales son bajos (Lyster, 2016, p. 6-7).

Sin embargo, como veremos, la trazabilidad nunca es completamente lineal ni absoluta, siempre surgirán lagunas y áreas ciegas que evidencian la dificultad de comprenderla en profundidad desbordando nuestras capacidades de análisis y, por tanto, de conocimiento.

## 2. EL TRAZADO DE LA TECNOLOGÍA

*Rutas raras. El trazado de la tecnología* es un proyecto desarrollado junto a Marc Padró, del colectivo Estampa<sup>3</sup>. Esta actividad artística, concebida como un taller y una visita guiada, retoma la noción de «objeto ciego» explorando las cadenas de suministro global que sustentan algunos

---

1 Una de las imágenes significativas es el vídeo que encontró un comprador de un portátil nuevo de Hewlett-Packard (HP Inc.) y que muestra a trabajadores en una línea de montaje realizando tareas cotidianas de testeo de la webcam. Disponible en: <https://www.techradar.com/news/computing/pc/chinese-assembly-line-footage-appears-on-newly-bought-hp-laptop-1090437>

2 Cabe apuntar que el ensamblaje de placas de circuito impreso implica a menudo tareas con un grado notable de toxicidad. Por ejemplo, el libro *The Silicon Valley of dreams* (Pellow y Park, 2002) incluye varios testimonios sobre el trabajo en placas de circuito impreso, especialmente en la industria electrónica en California entre los años sesenta y ochenta. Se trata principalmente de personas migrantes y, sobre todo, mujeres. De hecho, fueron en su mayoría mujeres latinas quienes se declararon en huelga en 1992 para exigir mejores condiciones laborales a la empresa Versatronex, fabricante de placas de circuito impreso. A menudo, esta es considerada la primera huelga del sector tecnológico en Silicon Valley.

3 Estampa es un colectivo de programadores, realizadores e investigadores de Barcelona que trabaja en los ámbitos del audiovisual y los entornos digitales. Su práctica se basa en una aproximación crítica y arqueológica a las tecnologías audiovisuales, en la investigación de las herramientas e ideologías de la inteligencia artificial y en los recursos de la animación experimental.



dispositivos u otros componentes técnicos, particularmente de aquellos utilizados en exposiciones artísticas y culturales donde el proyecto *Rutas raras* tiene lugar.

En su modalidad de taller, la actividad se organiza a través de un recorrido por el espacio expositivo. Durante este tiempo predefinido, las personas participantes identifican diversos elementos técnicos, que luego son analizados en grupos en una sesión de investigación colectiva. Para facilitar este análisis, al finalizar el recorrido se entrega a las y los participantes un documento con enlaces y recursos útiles para rastrear los componentes de los dispositivos seleccionados. Dichos recursos incluyen páginas web para consultar información sobre modelos, marcas y componentes específicos, así como documentos de referencia sobre extracción y procesamiento de minerales, además de bibliografía relacionada con las temáticas abordadas. También se proporciona material para registrar y visualizar los hallazgos, como mapas y una carpeta compartida donde recopilar los resultados.

La visita guiada, por su parte, se centra en desplegar la información y los materiales recopilados en torno al contexto específico de la exposición. Esta se organiza seleccionando ciertos dispositivos según el tamaño y las características de la muestra, adaptando el contenido a la duración de una visita estándar.

El principal objetivo de este proyecto es visualizar las capas vinculadas a la materialidad de las tecnologías que sostienen algunos de los proyectos expositivos, y construir una narrativa que aborde las dinámicas de extracción, fabricación, logística y técnica. La intención es lograr «un mejor entendimiento [...] al enfrentarnos a su arquitectura material, sus entornos contextuales y políticas imperantes, y rastreando cómo se conectan entre sí» (Crawford, 2023, p. 34).

El segundo propósito de *Rutas raras. El trazado de la tecnología* es ofrecer una experiencia sensorial diferente de la aproximación curatorial o temática de las exposiciones. Este enfoque quiere plantear preguntas sobre los dispositivos que, aunque suelen pasar desapercibidos, son esenciales para la existencia y funcionamiento de las propias exposiciones.

En este texto, se toman como referencia el taller y visita guiada realizado en el marco de la exposición *La irrupció*, desarrollada en el Centre Arts Santa Mònica del 9 de junio al 21 de agosto de 2022, y la visita guiada dentro de la exposición *Al pati del darrere*, realizada en el M|A|C (Mataró Art Contemporani) entre el 11 de mayo y el 18 de junio de 2023. Ambas instituciones públicas están ubicadas en la provincia de Barcelona.

A partir de estas dos experiencias, y como parte de este documento, se han seleccionado como casos de estudio, entre los analizados en esas actividades, tres dispositivos –entendiéndolos como «objetos ciegos»– para analizarlos y explorar las cadenas de suministro y comprender cómo operan. El criterio de



selección ha sido la intención de ofrecer una mirada amplia hacia distintos dispositivos presentes en una exposición, abarcando desde aquellos con funciones y experiencias altamente específicas hasta otros de uso más estandarizado en contextos similares.

### 2.1. Oculus/Meta Quest 2

El primer dispositivo seleccionado son las gafas de realidad virtual Oculus/Meta Quest 2, utilizadas en la exposición *La irrupció*.

El desarrollo de Oculus/Meta Quest 2 comenzó en 2011, cuando Oculus logró recaudar 2,5 millones de dólares a través de la plataforma de *crowdfunding* Kickstarter. Este financiamiento tenía como objetivo la creación de las primeras gafas de realidad virtual de la compañía. Como incentivo, las personas que contribuyeron económicamente recibieron la oportunidad de participar activamente en el desarrollo del dispositivo.

Después de la introducción de sus primeras gafas en el mercado, Oculus Rift, Facebook adquirió la compañía en 2014 por dos mil millones de dólares. Bajo la dirección de Facebook, Oculus desarrolló nuevos modelos, incluyendo las Oculus Quest y su evolución, las Oculus Quest 2.

En 2021, Facebook cambió su nombre a Meta Platforms, Inc., en línea con su visión de construir el metaverso. Más recientemente, en octubre de 2023, la empresa lanzó las Meta Quest 3, el modelo más avanzado de la serie. Sin embargo, las Meta Quest 2 siguen siendo el producto más vendido de la compañía gracias a su equilibrio entre precio, calidad y funcionalidad.

Meta Platforms, Inc. ofrece en su sitio oficial una ficha técnica completa de las gafas, que permite a los usuarios explorar todas sus características y funcionalidades. Oculus/Meta Quest 2 se compone de:

- Panel: *Single Fast-Switch* LCD, 1832×1920 px por ojo.
- Tasa de refresco soportada: 72 Hz (modo normal), configurable a 60 Hz en algunos casos y a 90 Hz en el futuro.
- Espacio de Color por defecto: Rec. 2020 gamut, 2.2 gamma, D65 punto blanco.
- CIE 1931 xy. Valores de color primario: Rojo: (0.708, 0.292). Verde: (0.17, 0.797). Azul: (0.131, 0.046). Blanco: (0.3127, 0.3290).
- Conector USB: 1x USB-C.
- Tracking: *Inside out*, 6DOF.
- Audio integrado en el *strap*.
- CPU: Qualcomm® Snapdragon XR2 Platform.
- CPU Notes: los desarrolladores tendrán acceso a 3 gold cores.
- Memoria: 6 GB total.
- Distancia de lente: Ajustable - 3 *presets* de ajustes de IPD.

La información proporcionada no ofrece demasiados detalles sobre los componentes internos, pero permite identificar como elemento clave en sus trayectorias la CPU de Qualcomm.



Qualcomm, una corporación multinacional estadounidense con sede en San Diego, figura en el puesto veinticinco de un total de sesenta compañías analizadas dentro de su sector en la web *KnowTheChain*.<sup>4</sup> En esta misma fuente, se observa que la empresa ha mejorado su puntuación al revelar los nombres de sus proveedores de primer nivel y el porcentaje de gasto destinado a su cadena de suministro. Además, comparte información sobre el proceso de evaluación del impacto en los derechos humanos.

Por otro lado, Qualcomm proporciona en su página web información detallada sobre sus proveedores relacionados con los minerales de conflicto. Publica una lista de las plantas de procesamiento clasificadas por tipo de mineral, e indica que muchos de sus proveedores directos enfrentan limitaciones para obtener datos fiables sobre las minas o lugares de origen de dichos minerales. En este contexto, resulta relevante mencionar que Qualcomm es una empresa *fabless*. Esto significa que no posee fábricas propias para la producción de sus componentes, ya que estas se encuentran externalizadas.

Por otra parte, a través de una búsqueda en la prensa, se puede deducir que Qualcomm depende principalmente de TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) para la fabricación de los chips utilizados en sus gafas de realidad virtual. Las fábricas de TSMC están ubicadas principalmente en Taiwán, aunque también tienen instalaciones en China y Estados Unidos. Recientemente, TSMC ha manifestado su intención de establecer fábricas fuera de Taiwán, debido a las tensiones con China, aunque manteniendo su centro de I+D en dicho país. Al igual que Qualcomm, TSMC publica en su web una lista detallada de empresas de fundición y refinación clasificadas por tipo de mineral.

Si seguimos indagando en esta cuestión, encontraremos que la Meta publica un documento sobre minerales de conflicto, donde encontramos que forma parte de *Responsible Minerals Initiative*. En este documento, se afirma que, entre los países de origen de los minerales conflictivos necesarios en su cadena de suministro se incluyen desde Francia hasta Uganda (Meta Platforms Inc., 2023), aunque sin especificar empresas concretas ni las especialidades de cada una.

## 2.2. Samsung ue43ru7105k

El siguiente dispositivo a analizar es una pantalla LCD de Samsung, específicamente el modelo UE43RU7105K, que formó parte de la exposición *Al pati del darrere* en el M|A|C Centre d'Art Contemporani.

---

4 Esta iniciativa evalúa y clasifica a las empresas en función de sus esfuerzos para abordar riesgos laborales en sus cadenas de suministro, especialmente en relación con las prácticas laborales éticas. Fue lanzada en 2016 por Business & Human Rights Resource Centre, en colaboración con otras organizaciones como Humanity United y Sustainalytics.



Samsung, conocida formalmente como Samsung Group, tiene su sede en Suwon, Corea del Sur. No se limita únicamente a la tecnología, sino que abarca un amplio espectro de negocios, que incluyen finanzas, seguros, construcción naval, medicina y, por supuesto, electrónica. Dentro de este conglomerado, Samsung Electronics, con sede en Seúl, es la subsidiaria encargada de producir televisores LCD. Esta división cuenta con fábricas de ensamblaje en más de 60 países (Samsung, 2023).

Aunque la ficha técnica del modelo UE43RU7105K detalla sus características principales, proporciona escasa información sobre sus componentes internos:

- Size (inches) and resolution. Diagonal 43 inches. Resolution 4K • 3840 x 2160.
- Aspect ratio 16:9.
- Pixel density 104 ppi.
- Technology Panel type LCD. LCD technology IPS.
- Subpixel type RGB
- Refresh rate 60 Hz
- Panel Manufacturer -
- Image processor 4K UHD Processor
- Upscaling UHD Upscaling
- Noise reduction Digital Clean View

Una de las mayores incógnitas radica en determinar el fabricante del panel. Para obtener ese dato no es necesario abrir el dispositivo, sino que se puede ver activando el menú de información del televisor. Los códigos alfanuméricos revelan detalles cruciales, como si se trata de un panel fabricado por la propia compañía Samsung o por una empresa externa, como LG Display, Sharp o AU Optronics, por ejemplo. Esta variabilidad de fabricantes es conocida con el nombre de *Panel lottery*.

Para saber qué significa cada número y determinar, así, qué empresa fabrica el panel no existen aclaraciones ni ningún otro tipo de información suministrada por la empresa. Es necesario recurrir a búsquedas en foros y páginas especializadas en proveer información sobre el *Firmware*<sup>5</sup> de los televisores.

De esta manera, podemos comprobar que la primera letra del código obtenido, 43A6UU7XR –por tanto, la A– indica que el panel fue fabricado por la propia Samsung. Además, el resto del código permite identificar la ubicación de la fábrica responsable del ensamblaje: en este caso, Galanta, Eslovaquia.

En cuanto a los materiales, Samsung proporciona en su sitio web una variedad de documentos relacionados con su red de proveedores, como guías de conducta, informes sobre minerales en conflicto, listas de fundiciones y

---

5 También llamado soporte lógico inalterable, es un tipo de *software* que controla las funciones básicas y operativas de un circuito.



refinerías, y catálogos de proveedores. No obstante, debido a la amplitud de su producción, que incluye multitud de aparatos destinados a muy diversos fines, no es posible vincular de manera específica qué materiales o empresas están involucrados en cada dispositivo.

### 2.3. Genelec 8030C

El último dispositivo analizado en este estudio lo constituyen unos altavoces de la empresa Genelec, utilizados, al igual que en el caso anterior, en la exposición *Al pati del darrere*.

Genelec es una empresa finlandesa con sede en Iisalmi, donde emplea a unas doscientas personas (aproximadamente un 40 % son mujeres). Se trata de una compañía local que, según sus propias palabras, busca «tener un impacto constructivo en la comunidad que nos rodea y contribuir a su bienestar y vitalidad» (Genelec, 2024).

En la ficha técnica proporcionada por la empresa, se destacan las siguientes especificaciones:

- SPL: 104 dB.
- Respuesta de frecuencia: 47 Hz – 25 kHz (-6 dB).
- Precisión de respuesta de frecuencia:  $\pm 2.0$  dB (54 Hz - 20 kHz).
- Dimensión del *driver*: Woofer 5 pulgadas y Tweeter de 3/4 pulgadas en cúpula de metal + DCW.
- Potencia del amplificador: Woofer 50 W + Tweeter 50W (ambos de Clase D)
- 1 entrada analógica XLR.
- Dimensiones: 299 x 189 x 178 mm.
- Peso: 5 kg.
- Material exterior: aluminio.

Esta ficha técnica ofrece una visión general de las características del producto, pero no profundiza en los detalles sobre sus componentes ni en su funcionamiento interno. Por ello, una de las principales limitaciones de este análisis radica en la escasez de información disponible públicamente.

Según la información publicada en sus páginas web y otros canales oficiales, Genelec no detalla quiénes son sus proveedores ni el origen exacto de sus componentes. Sin embargo, asegura que la mayoría de los materiales que emplea provienen de Finlandia o de áreas cercanas. Además, destaca que el 97 % del aluminio utilizado en sus altavoces es reciclado, proveniente principalmente de latas de desecho, piezas de automóviles antiguas y material sobrante de procesos de producción (Genelec, 2024).

La investigación a través de noticias y medios especializados permite identificar imágenes de las placas de circuito impreso (PCBs) utilizadas por la empresa. En cada una de estas placas aparece inscrito el nombre de Genelec, junto con el número y la versión del modelo, lo que sugiere que la compañía no solo diseña, sino también ensambla internamente sus PCB.



### 3. AFRONTANDO LAGUNAS Y OPACIDADES

Dentro del sector electrónico, es poco habitual que las empresas mantengan la mayor parte de sus operaciones en un solo lugar. La empresa finlandesa Genelec, que opta por centralizar sus procesos, representa una práctica poco habitual. La tendencia general, especialmente entre las grandes compañías, es otra: externalizar progresivamente estas actividades, lo que incrementa la complejidad de las cadenas de suministro. Y, a medida que incluyen más etapas y la información proporcionada por las empresas carece de clasificación o detalle, resulta cada vez más difícil para los usuarios obtener una visión completa de los procesos involucrados.

Un caso específico de este problema es el acceso a códigos y referencias de componentes electrónicos. Estos datos, que contienen información sobre certificaciones técnicas, controles de calidad y estandarización, suelen estar disponibles únicamente dentro del dispositivo, obligando a abrirlo físicamente para rastrear las empresas, fases y lugares implicados en distintas fases de su producción. Y, aun así, la información que se encuentra no siempre aparece de forma clara. Aunque un análisis profundo de los componentes puede ofrecer información valiosa sobre la procedencia de los materiales y los métodos de extracción y procesamiento empleados, identificando nombres, características y ubicaciones, la reconstrucción completa de las cadenas resulta muy costosa no solo debido a la falta de acceso a información detallada, también a que esta aparece ocasionalmente enmarañada.

Un ejemplo ilustrativo es el de las gafas Oculus/Meta Quest 2. En Estados Unidos, la legislación exige que las empresas que emplean minerales provenientes de zonas de conflicto presenten informes anuales sobre su origen. No obstante, como hemos visto, dichos informes se limitan a enumerar los países proveedores, sin detallar aspectos como las cantidades, los métodos de extracción o las proporciones específicas de los materiales utilizados en cada producto. Esta falta de precisión dificulta significativamente el trazado completo de la cadena de suministro. De manera similar, aunque la información sobre la pantalla LCD de Samsung es accesible, suele presentarse de forma vaga y generalizada: podemos acceder a los proveedores, pero no determinar su grado de participación en la producción de dicho dispositivo, lo que complica un análisis profundo.

En ambos casos, por tanto, la borrosidad no funciona por ocultación de los datos, sino por un enmarañamiento de los mismos. Los propios sistemas de trazabilidad, aunque cumplen con normativas, pueden presentar los datos de forma ambigua, ofreciendo una información fragmentada y confusa.

Además, en el caso que nos ocupa, la obtención de datos durante estas actividades también está condicionada por la metodología empleada. Por ejemplo, durante el taller resultó fundamental contar con recursos claros y accesibles que sirvieran de guía a los y las participantes, y realizar ejercicios iniciales a modo de ejemplo. Sin estas herramientas, y aun indicando webs y



recursos de referencia, el público puede sentirse desorientado sobre cómo dar comienzo a la búsqueda. En ese sentido, es importante añadir que la actividad se habría beneficiado también de tener a su disposición más información por parte del centro de arte, especialmente, la relación de sus proveedores y procesos de compra. Esto permitiría dibujar un mapa más completo de agencias y prioridades y comprender mejor así el contexto donde se ubica la propuesta.

Por ello, el análisis de trazabilidad debe reconocer que existe un cierto grado de ceguera en torno a estos dispositivos u objetos. Esto puede deberse a que la información relevante no es inmediatamente evidente o porque muchas de las interacciones con ellos –especialmente en el caso de aquellos utilizados como soporte en exposiciones y museos para piezas artísticas– están condicionadas por la imposibilidad de acceder a su interior. Además, los sistemas de trazabilidad aplicados, aunque ofrecen información aparentemente completa, a menudo resultan ser en esencia poco transparentes.

#### 4. CONCLUSIONES: TRAZANDO LÍNEAS DE FUGA

El concepto de «objeto ciego» trasciende al de «caja negra», estableciendo, más allá de la opacidad interna de los dispositivos tecnológicos, una interacción sensorial y material con el mundo. Esta perspectiva permite comprenderlos como nodos de sistemas sociales, económicos y ambientales y situarlos como parte de una red más amplia que atraviesa múltiples geografías, procesos y actores.

En este marco, los esfuerzos de la trazabilidad ofrece una información que suele desplegarse incompleta, ambigua y fragmentada, poco transparente, parcialmente ciega, dificultando la comprensión de los procesos de producción y los impactos asociados y enmarañando problemáticas como la explotación laboral, las desigualdades globales y el daño ambiental derivado de la extracción de recursos.

Este camino enmarañado, cuando puede ser analizado y discutido, permite identificar costuras y abrir huecos valiosos que nos conducen hacia otras geografías y momentos. Ahí pueden emerger otros relatos que posibilitan una comprensión más oblicua del sistema tecnológico: ¿cómo se fabrican los dispositivos técnicos que utilizamos? ¿Están libres de explotación? ¿Son éticamente neutros? ¿Qué desigualdades, presentes o pasadas, encapsulan? Estas preguntas ilustran algunas de las líneas de fuga que un proyecto así puede revelar. En este sentido, es crucial destacar que no podemos dissociar el propósito del proyecto *Rutas raras. El trazado de la tecnología* del contexto artístico en el que se inscribe.

En cierta medida, los centros de arte y los museos pueden considerarse como una parte más de las cadenas de suministro analizadas. No como productores, sino como facilitadores o mediadores tecnológicos que posibilitan situaciones artísticas concretas. Es decir, pueden entenderse como agentes activos en la



selección de tecnologías y en la configuración de experiencias mediante su programación artística y curatorial.<sup>6</sup>

Por ello, si un museo o centro de arte no opera desde una relación crítica con la tecnología que emplea, se podría decir que actúa de manera similar a un «objeto ciego», con lagunas sobre la infraestructura que sostiene su funcionamiento: «El público opera bajo la condición de invisibilidad parcial, acceso incompleto, realidades fragmentadas; de mercantilización dentro de la clandestinidad. La transparencia, la visión general y la mirada soberana se nublan para volverse opacas» (Steyerl, 2014, p. 77).

Es probable que sugerir la idea de que los centros de arte asuman una mayor responsabilidad y transparencia en relación con la tecnología que emplean encuentre consenso rápidamente. Sin embargo, debemos ser conscientes de que estas instituciones están sujetas a relaciones con proveedores condicionadas por mecanismos administrativos como licitaciones, contratos, presupuestos de producción y limitaciones en la adquisición de material inventariable, entre otros factores. Además, perseguir la transparencia puede implicar, a menudo, un aumento de la burocracia, lo que se traduce en una mayor carga de trabajo.

El propósito no es señalar a los centros de arte ni convertirlos en responsables de una tecnología que es, de por sí, ambivalente y compleja. Más bien, se trata de que estos puedan abrir espacios donde reflexionar sobre su papel dentro del entramado tecnológico que nos rodea y proponer relaciones críticas con la tecnología, con ideas sencillas que ofrecen nuevos planteamientos éticos, más allá del componente meramente reflexivo. Por ejemplo, a partir de los resultados obtenidos, se podría desarrollar una guía práctica para orientar las políticas de compra y renovación tecnológica en los centros de arte que participan en iniciativas como esta.

Experiencias como las del proyecto *Rutas raras. El trazado de la tecnología* no solo abren ese tipo de espacios, sino que también posibilitan nuevas lecturas de las propuestas expositivas en los centros de arte y de las dinámicas asociadas a la producción, consumo y mediación tecnológica.

## 5. REFERENCIAS

- Bratton, Benjamin H. (2016). *The Stack. On Software and Sovereignty*.
- Crawford, Kate. (2023). *Atlas de IA: Poder, política y costes planetarios de la inteligencia artificial*. Ned Ediciones.
- Flusser, Vilém. (2015). *El universo de las imágenes técnicas*. Caja Negra Editora.
- Genelec. (2024). *About US*. Disponible en: <https://www.genelec.com/about-us>

---

6 Pensemos aquí, por ejemplo, en la experiencia específica que ofrecen unas gafas de realidad virtual.



- Gómez Molina, Mayte. (2024). *Circuito cerrado de vigilancia*. Cielo santo.
- Hayles, Katherine. (2017). *Unthought: The Power of the Cognitive Non-Conscious*. University of Chicago Press.
- Latour, Bruno. (2001). *La esperanza de Pandora*. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia. Gedisa editorial.
- Lyster, Claire. (2016). *Learning From Logistics: How Networks Change Our Cities*. Birkhäuser.
- Meta Platforms, Inc. (2023). *Form SD Specialized Disclosure Report. Conflict minerals*. Disponible en: <https://sustainability.atmeta.com/wp-content/uploads/2023/07/form-sd-and-exhibit-1-01-conflict-minerals-2022.pdf>
- Morton, Timothy. (2021). *Hiperobjetos. Filosofía y ecología después del fin del mundo*. Adriana Hidalgo.
- Pellow, David y Park, Lisa. (2002). *The Silicon Valley of Dreams: Environmental Injustice, Immigrant Workers, and the High-Tech Global Economy*. Duke University Press.
- Samsung. (2023). Disponible en: [https://web.archive.org/web/20110616032652/http://www.samsung.com/us/aboutsamsung/sustainability/sustainablemanagement/download/SamsungValueCode\\_ofConduct.pdf](https://web.archive.org/web/20110616032652/http://www.samsung.com/us/aboutsamsung/sustainability/sustainablemanagement/download/SamsungValueCode_ofConduct.pdf)
- Steyerl, Hito. (2014). *Los condenados de la pantalla*. Caja Negra Editora.
- Pitron, Guillaume. (2021). *El impacto de los metales raros: Profundizando en la transición energética*. Green European Journal. Disponible en: <https://www.greeneuropeanjournal.eu/el-impacto-de-los-metales-raros-profundizando-en-la-transicion-energetica/>