



Tecnologías textiles andinas y la energía que las activa

Aruma (Sandra De Berducci)

En estas líneas, algunas obras de mi autoría servirán como hilo conductor para hablar de una extensa investigación independiente¹ donde el textil andino y sus procesos son considerados tecnología en constante actualización. Ciertamente, los diversos procesos relacionados al textil pueden almacenar energía; los tintes tradicionales, pueden ser estimulados por descargas eléctricas. El tejido es una tecnología que utiliza energía contenida y acumulada en cada una de sus fibras y estas mismas pueden ser transmisoras de información al ser conductoras de luz y electricidad. El textil andino puede también prescindir de lo visual, descomponerse en ceros y unos, así como también ser decodificado en *tablets* o celulares. Sumándole algunos dispositivos, sus diseños pueden producir sonido con la cercanía de las personas o éstas pueden 'conectarse' y visualizar a través de ellos, el latido de su corazón. En este texto, se entiende al telar tradicional andino como una máquina de pensamiento suave, cuyo *software* es un pensamiento antiguo y complejo, a través del cuál se abren otras posibilidades para ordenar el mundo y entender el tiempo.

I. La estructura del cuadrado

El tejido andino actual es el resultado de siglos de procesos, no sólo tecnológicos, sino también conceptuales, matemáticos y que incluyen, sin duda, la observación de fenómenos físicos. Observaciones que pueden remontarse a más de tres mil años, al tiempo que, en la oscuridad de la noche, la humanidad miraba las estrellas mientras trataba de entender todo el despliegue luminoso y silencioso del universo. Entre millares de estrellas, se reconocieron y nombraron las constelaciones. En la cultura andina, se tallaron espejos astronómicos en las rocas, ubicados en lugares precisos para capturar la luz que emana de determinadas estrellas, de esta manera 'trasladaban' sus proporciones. Así, los antiguos habitantes del hemisferio Austral observaron y estudiaron la Cruz Del Sur, calcularon que sus proporciones coinciden perfectamente con las proporciones de un cuadrado [Fig. 1]:

El brazo menor de la cruz del sur es el lado de un cuadrado, cuyo brazo mayor vendría a ser la diagonal del mismo cuadrado, es decir la raíz cuadrada de dos.²

¹ Carlos Milla Villena, *Génesis de la cultura andina*, (Lima, Colegio de Arquitectos, 1992), 44 - 253.

² *Constelación Crux de la Vía láctea*.

Página anterior:
Fig. 1. Sandra De Berducci | aruma, *Sawrilupaqqa*, 2016. Tejido doble tela, con circuito sensible a la luz. Bolivia. Fotografía de la artista.

³ Constelación Crux de la Vía láctea.

⁴ Zadir Milla Euribe, *Introducción a la semiótica del diseño Precolombino*, (Lima, Asociación de Investigación y Comunicación Cultural Amaru Wayra, 1990).

⁵ William Burns Glynn, *Introducción a la Clave de la escritura secreta de los incas*, (Lima, Editorial Los Pinos, 1981).

⁶ Sandra De Berduccy, *In Aruma. Sandra de Berduccy* [sitio web], (Texto Textil Código, 2001). Disponible en: <https://aruma352014511.files.wordpress.com/2020/02/textotextil.pdf>

Cuyo resultado fue conocido posteriormente como la constante de Pitágoras. Los pueblos andinos crearon, a partir de esto, un Sistema Geométrico Proporcional, basado en el cuadrado y en la proyección de la *Chakana*³, que se encuentra presente desde tiempos antiguos en el manejo del espacio, la arquitectura, escultura e iconografía de los tejidos andinos. Esta proporción, base del diseño andino, se ve reflejada en piezas realizadas desde las primeras piezas textiles conocidas.

Muchos autores estudian la iconografía andina a partir del cuadrado. Por otra parte, no es casual que los *Tocapus quellqa*, considerados

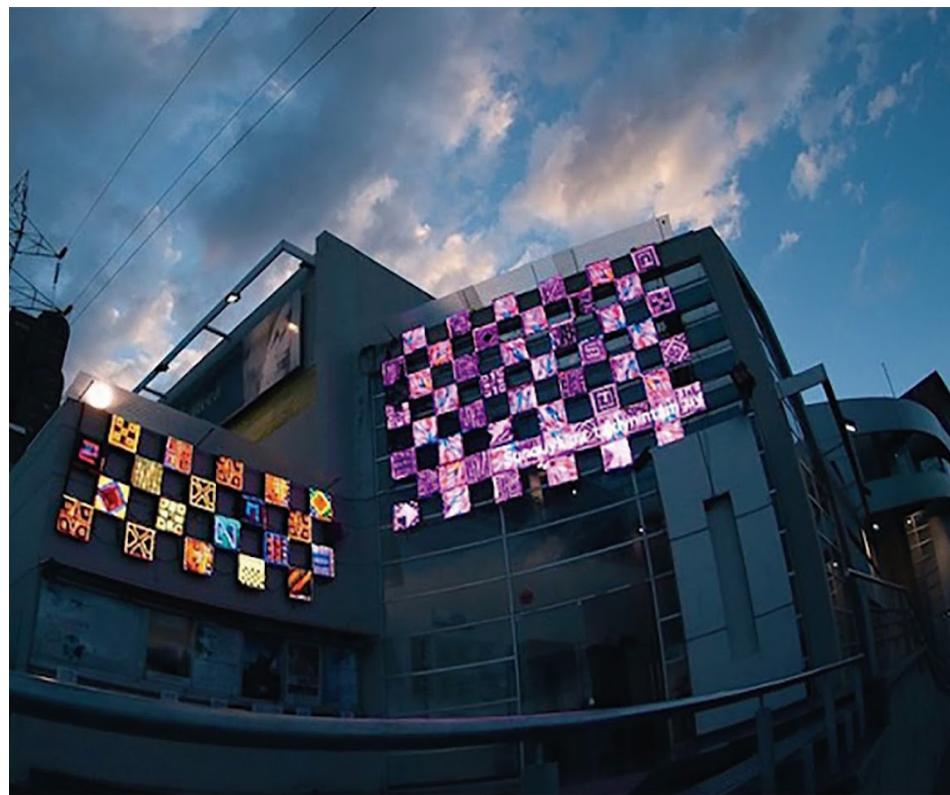
la síntesis del diseño andino⁴, 'enmarcados' en cuadrados, sean considerados también como la escritura andina⁵, –se tejen/escriben en textil y se leen en quechua– también están dispuestos en espacios cuadrados, tejidos rituales como *unkus* y *tariys*.

En intentos iniciales de desentrañar esta subestimada escritura, realicé una serie de obras⁶ como la instalación interactiva *Yawarniyki* ... (2011) donde un sensor captaba el color de la ropa de los espectadores y enviaba señales con información cromática a un centenar de paneles cuadrados de LED's, coloreando el edificio del color detectado y proyectando un



piropo en quechua, escrito en *tocapus* y traducido al español [Fig. 3]. *Rimmaymapping* (2011) es otro trabajo, donde se realizan proyecciones selectivas en telares tradicionales de lana blanca de oveja. Cada uno de los diez telares

se comporta como una pantalla independiente, donde se proyectan secuencias de poesía en quechua escritas en *tocapus*, resaltando la idea de comunicación a través del código, el cuadrado y el color.

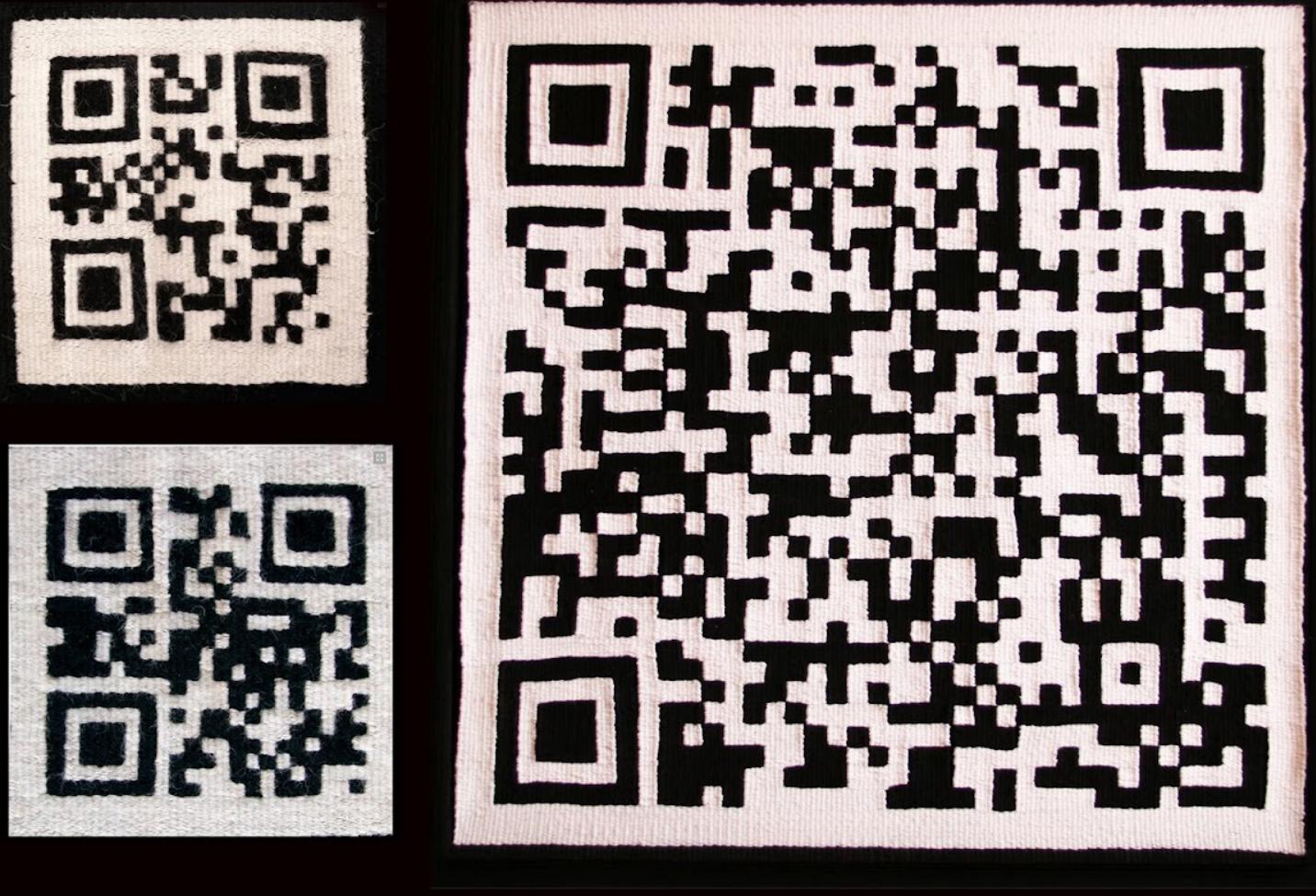


Posteriormente, identifiqué paralelos entre la técnica textil precolombina de trama vista, utilizada cientos de años atrás por la cultura Huari-Tiwanaku y el código QR. Como sabemos, el código QR (*Quick Response Code*) es un recurso utilizado para almacenar cierta cantidad información en una sola imagen que muestra una matriz basada en el cuadrado. Manteniendo la técnica, el material y la estructura original que utilizaron los anti-

guos maestros de Tiwanaku, entre 2014 y 2017, elaboré una serie de tapices que pueden ser decodificados con aplicaciones de teléfonos celulares. Quien logre descifrarlos podrá realizar un paseo virtual por lugares de antigua tradición textil como un *aqllawasi*, localizado en una Isla en el Lago Titicaca o decodificar mensajes escritos en quechua, como *anchata munakuiky* o *Mana Munanichu* [Fig. 4].

Página anterior: Fig. 2. Sandra De Berducey | aruma, *La constelación Crux o Chakana y CRUX*, 2016. Tejido doble tela, con circuito sensible a la luz. Bolivia. Fotografía de la artista.

Fig. 3. Sandra De Berducey | aruma, *Yawarniykipaj tukupuyman sunquyniykipiman yaykunaypaq*, Tu sangre quisiera ser para estar en tu corazón, 2011. Instalación Interactiva instalada en la fachada principal de la Cinemateca Boliviana. La Paz, Bolivia. Fotografía: Festival INDI.



II. Tecnología blanda y portátil

Cuando una tejedora quechua, aymara o maya muestra su tejido a otra tejedora, lo primero que se hace es ver su reverso, tocarlo, ver su acabado, sentir su peso y una mirada cómplice emerge, un conocimiento que viene desde cuando sus abuelas les decían que 'debían' aprender a tejer, porque tejer es una manera de resolver problemas y ordenar el mundo. Estas abuelas les transmitieron, en una coreografía ancestral, razonamientos algorítmicos y secuencias lógicas, un modelo de orden flexible al que siempre pueden recurrir como base de datos.

Mi abuela también me enseñó a conocer las posibilidades de las fibras con herramientas

simples, pero fue mi maestra Paulina García Condori, de la comunidad quechua de Iturata de Norte Potosí en Bolivia, la que me mostró cómo opera el conjunto de lizos en un tejido doble tela, llamado también *Kurti* en la zona andina. Esta técnica se teje en telar de cintura, cuatro o mas lisos ordenan pares de urdimbres de colores contrastantes, dos telas son tejidas simultáneamente y cuando estas se entrecruzan aparecen versátiles diseños, mientras la tejedora va regulando las tensiones de la urdimbre con sus propios movimientos. Un sistema complejo funcionando, una máquina blanda de secuencias lógicas, razonamientos algorítmicos y determinados movimientos del cuerpo que lo hacen funcionar. La tejedora hace sumas y cuentas, aplica una extraordinaria hazaña de memoria matemática a cada

Fig. 4. Sandra De Berducy | aruma, Serie *QRCode* (2014 -2018). ¿Puedes leer este textil? Tapices, tejidos con lana de alpaca y algodón con la técnica de Huarí-Tiwanaku. Bolivia. Fotografías de la artista.

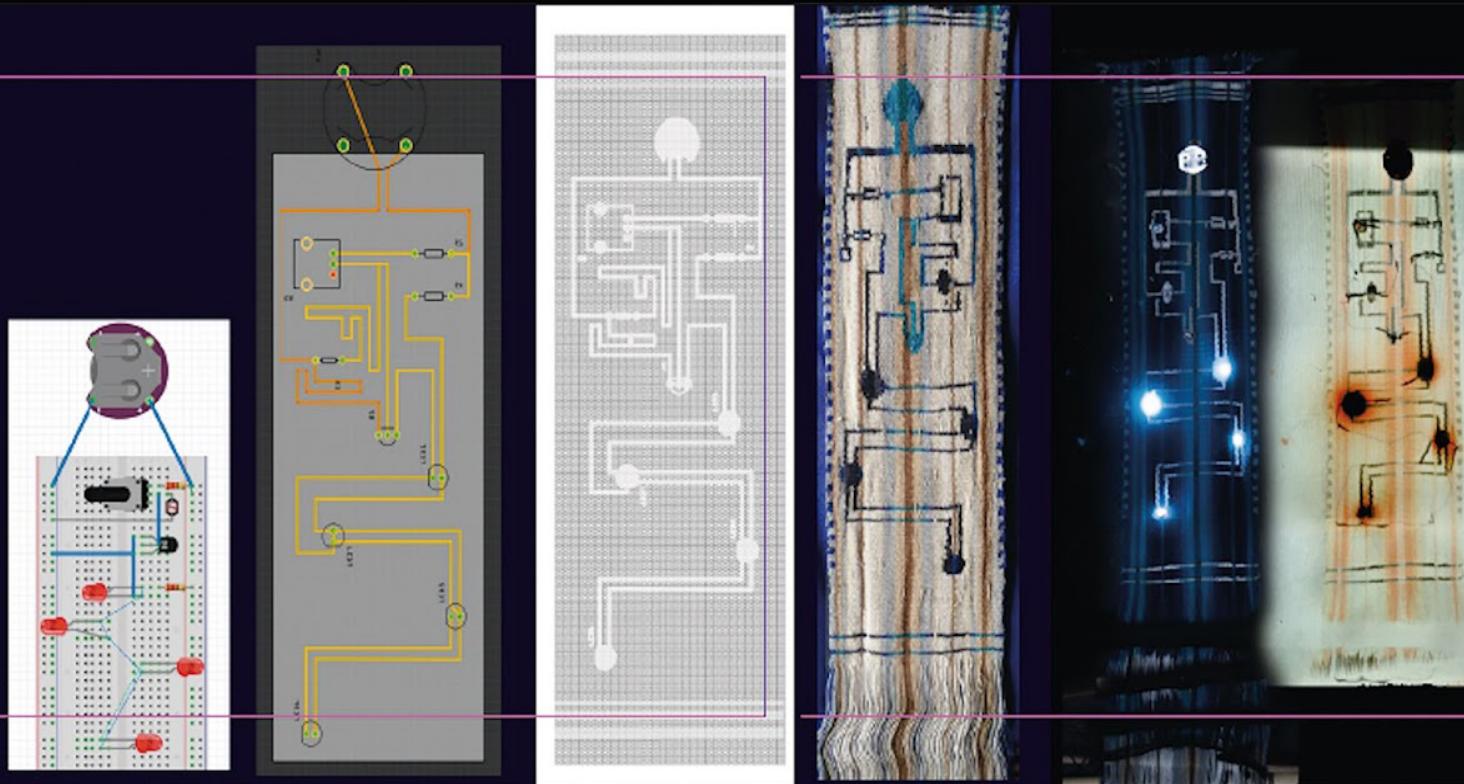
movimiento de selección de hilos. Un mantra matemático mientras recoge los hilos: *kimsa-iskay-kimsa-iskay-kimsa*, tres-dos-tres-dos-tres.

El resultado: espectaculares composiciones de coloridos seres oníricos o referencias a los momentos políticos contemporáneos, interminables secuencias de paisajes poblados de flores, estrellas, aves y más, que dejan sin aliento a quien los aprecia. Es tan fabulosa esta iconografía, que ciertos aspectos en los tejidos andinos, como la complejidad de su proceso y lo intrincado de sus estructuras, pasan desapercibidas. Aún así, los admiradores de estos tejidos, suelen decir que más allá de

la iconografía el tejido andino es un símbolo de identidad, una porción de memoria, un texto susceptible a ser leído. Pero un textil no se lee como un libro, no es un libro, es más bien algo parecido a un aparato y para entenderlo como tal, puede ser gran utilidad el concepto de la ‘caja negra’ de Vilém Flusser⁷, cuando se refiere a aparatos tecnológicos, en los que reconocemos una función muy clara, pero no sabemos cómo operan exactamente los circuitos en su interior, excepto por su entrada *input* y su salida *output*. Lo mismo acontece con los tejidos, a primera vista no accedemos a la complejidad intrínseca de su ‘programación’, es decir, no vemos cómo fluye la información dentro de él [Fig. 5].

⁷ Vilém Flusser, “Texto e Imagen”, *Para una filosofía de la Fotografía*, (Barcelona, Síntesis, 2001).

Fig. 5. Sandra De Berducci | aruma, Proceso de construcción de la obra CRUX (2016). Los diferentes componentes que operan en un circuito sensible a la oscuridad, dentro de dos tejidos entrelazados. Bolivia. Esquemas y fotografías de la artista. Video: <https://vimeo.com/150414115>



Annie Albers, integrante de la Bauhaus, dedicada a la investigación y práctica del telar, en su libro *On Weaving*,⁸ –el mismo que fue dedicado a las maestras y maestros tejedores del antiguo Perú–, describe cómo intentaba hacer una especie de ‘ingeniería inversa’ para descubrir cómo eran hechos los patrones del tejido prehispánico, reconociendo la complejidad de esas estructuras textiles. Resulta muy difícil hacer ‘ingeniería inversa’ de un tejido andino, pues cuando se termina de tejer, se retiran palos auxiliares, los lisos, se dejan de lado las *kallwas*, –maderas pulidas, que ayudan a separar los hilos de urdimbre- y *wij'chunas*, –herramientas de hueso de llama–. Toda esto es parte del *hardware* del telar, que una vez que se termina el tejido, desaparece, sin mencionar que la propia tejedora, que realiza las tensiones precisas durante el tejido, ‘se desconecta’.

Otra particularidad de esta tecnología es su aspecto portátil, la tejedora, enrolla y desenrolla su telar, lo cuelga de la rama del árbol que elige, ‘conecta’ un extremo superior del telar y se conecta a ella misma con el extremo inferior, alrededor de su cintura; logrando así, con su propio cuerpo, la tensión necesaria para tejer. Regulando la resistencia de la urdimbre con sus propios movimientos, pasando a formar parte de un sistema complejo en funcio-

namiento. Una máquina suave, pensante, que trabaja a la velocidad del ser.

III. La energía que los activa

Portable es también el huso. En el camino se hila y se prepara el hilo con un instrumento tan simple como el huso, que consiste en una barra delgada que es atravesada por un contrapeso circular. Su función es dar la torsión correcta y necesaria para cada tipo de tejido. Acumulando en su parte inferior, el hilo que a la vez servirá de contrapeso. Pensando en términos de energía, el movimiento que realiza el huso es el mismo por el cual una estrella como el sol, emana o expulsa energía electromagnética (fenómeno conocido como espiral de Parker). Se trata de una fuerza inicialmente en latencia que cuando se libera, se produce una descarga que viaja en espiral y expande en el espacio, en partículas elementales como los fotones. El huso, genera una fuerza de torque, pero no lanza la energía al espacio, la acumula; se almacena esa energía mecánica dentro del hilo, queda allí contenida y permanece en él al ser tejido. Es fácil y revelador demostrar mediante experimentos simples cómo la energía mecánica de una rueda se convierte en energía eléctrica, con esto se puede visualizar el poder de la torsión contenido en los hilos [Fig. 6].



⁸ Annie Albers, *On Weaving*, (Londres, Studio Vista, 1974).

Fig. 6. Sandra De Berducy | aruma, *e-landero*, 2018. Instalación interactiva. Electricidad generada por la rueda, un dinamo y componentes eléctricos y LEDs. Santa Cruz, Bolivia. Fotografías: Lesly Moyano.

En *Corriente Mamoré* (2016)⁹ acción e instalación de luz dispuesta en una pequeña embarcación a la deriva en el Río Mamoré, en la Amazonía boliviana, donde la luz fue generada por la corriente del río. Para esto, utilicé dos ventiladores descartados para generar suficiente luz e iluminar la pequeña embarcación donde me encontraba. La luz generada por el propio río contrastaba con su propia oscuridad.

Tal vez, el flujo de un río sea la metáfora más utilizada para explicar la corriente eléctrica, pero ¿qué hay de los compuestos del agua? Empecé a explorar otras formas relacionadas al textil y a sus procesos para visualizar la energía que contienen, por ejemplo, en las vertientes de agua salina de los valles interan-

dinos de Bolivia, se encuentra una sal llamada en quechua *qollpa*, utilizada ancestralmente como mordiente para teñir las fibras, ingrediente fijador y entonador; si simplemente se coloca en ella un multímetro, la lectura dará al menos un voltio [Fig. 6]. Esto nos hace pensar en el poder electroquímico de los tintes naturales. Usemos como ejemplo el Airampo (*Opuntiae Cochabambensis*), cactus tintóreo endémico del valle de Cochabamba, que sirvió desde épocas ancestrales para teñir fibras en diferentes tonalidades de color morado. A partir de un ejercicio básico de electrónica, se utiliza circuitos eléctricos conectando los cactus con LED's, en la oscuridad de la noche, se puede visualizar la potencia eléctrica que contienen¹⁰.

⁹ Más información en: <https://sandraberducci.com/proyectos-2/luz/corriente-mamore/>

¹⁰ Thea Pitman, “Resistencias tácticas y táctiles en la intersección de las artes de los nuevos medios y las artes textiles indígenas”, Revista Ciencia y Cultura, 2020, 24(45). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-332320200004&lng=es&nrm=iso (Consultado el 04 de abril de 2021).

Fig. 7. Sandra De Berducci | aruma, *e-cactus*, 2014. Vertiente con agua salina. Airampo iluminado en la oscuridad del bosque nativo. Territorio Lupaqa, Bolivia. Fotografías de la artista.



IV. Color/ información

Durante muchos años de investigar sobre tintes naturales la premisa de esas experimentaciones fue encontrar tintes firmes y duraderos, se trataba del arte de fijar colores. Esta búsqueda, por cierto, es antigua y universal, en latín el arte de teñir es llamado *ars fixi*, el arte de fijar, el arte de la permanencia. Pero ¿Qué pasa si los tintes son sometidos a otro tipo de experiencia más efímera? ¿A una experiencia más... conductiva?

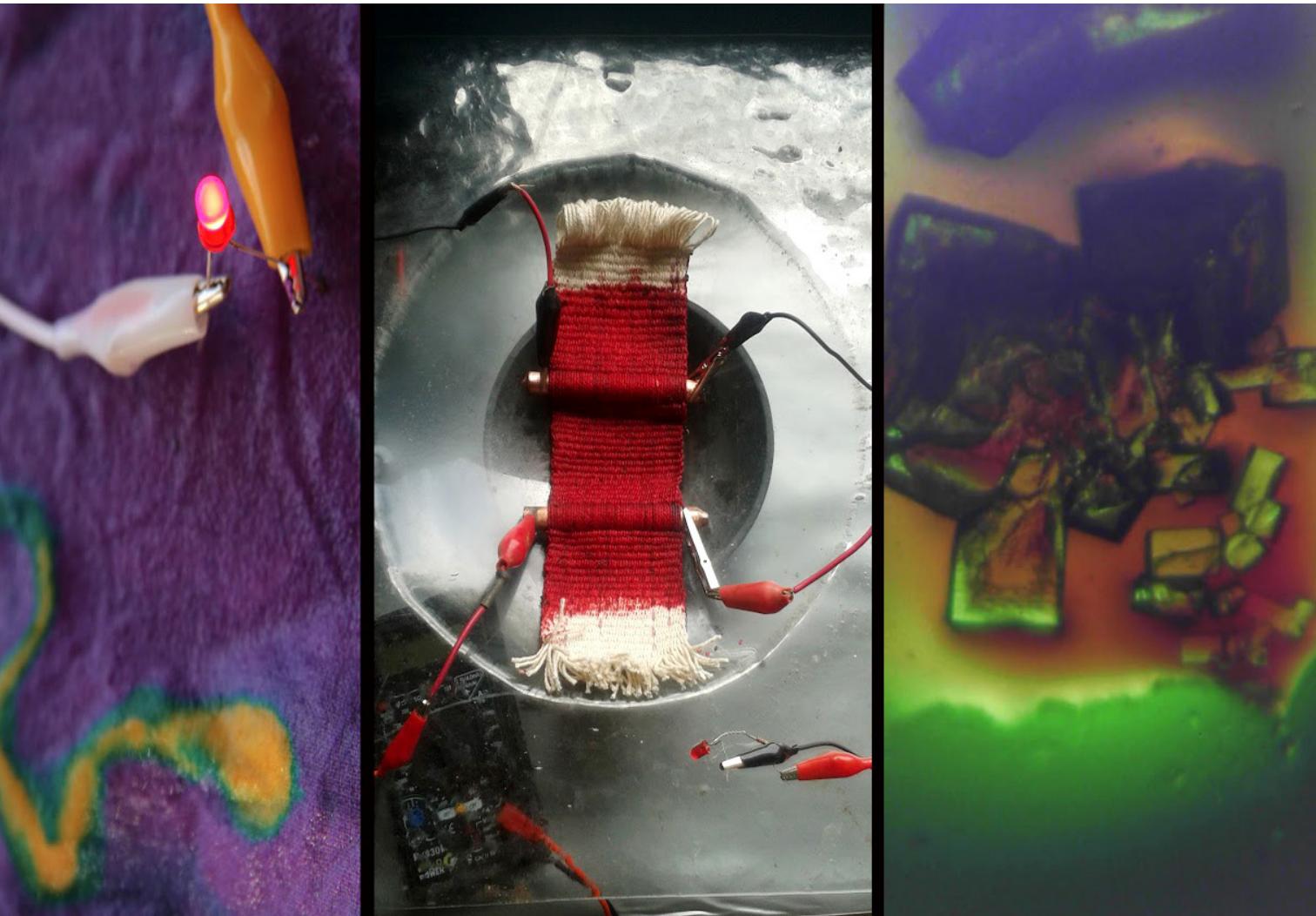
¹¹ Thérèse Bouysse-Cassagne et al., *Tres reflexiones sobre el pensamiento andino*, (La Paz, Hisbol, 1987), 184.

Fig. 8. Sandra De Berducci y aruma, *Variaciones electroquímicas*, 2016. Experiencias con tintes y electricidad, imagen microscópica. Bolivia. Fotografías de la artista.

secuencia de colores que los integran, una especie de cromatografía.

En la serie *Variaciones Electroquímicas* (2016), profundizo en esta experimentación, donde cada tinte reaccionará de manera diferente al mismo impulso. Y donde puede comparar este *spectro* con las degradaciones tonales que caracterizan a los tejidos andinos, esta organización del color conocida como *k'isa*¹¹ o *paciña* distribución de colores presentes en los tejidos bolivianos.

Estas experiencias electro-cromatográficas [Fig. 8] quedan registradas en piezas de video, captando también las reacciones de color a nivel microscópico. Gracias a una cámara web hackeada pude observar cómo estas reacciones ocurren en los tintes a escala microscópicas y fueron presentadas como video-instalaciones.



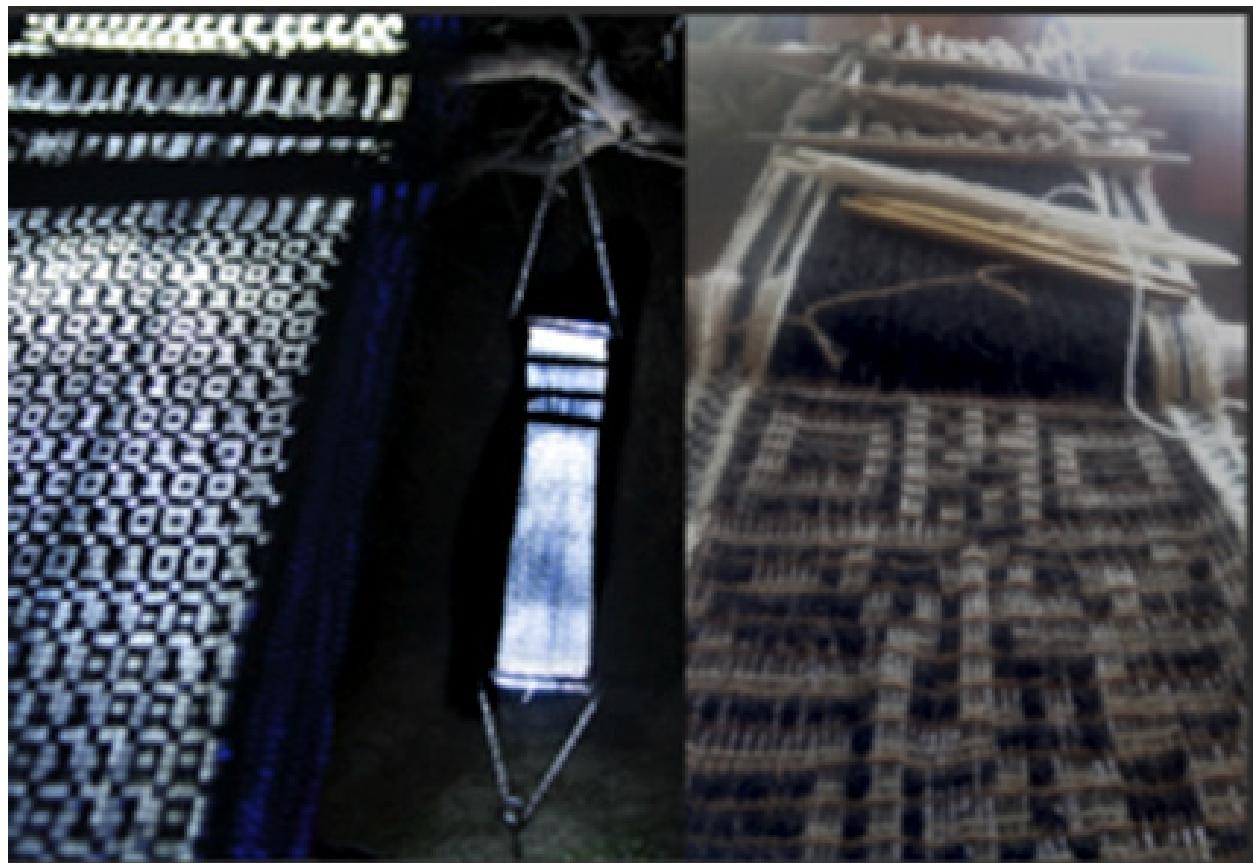
Resultó interesante cambiar la escala y pensar que esos mismos componentes revelados en los tintes y esas mismas reacciones podrían estar ocurriendo en otras partes del universo, en una escala mayor. Por ejemplo, sabemos de muchas propiedades de las estrellas y galaxias distantes, como su composición química, gracias al estudio de su espectro, la espectrografía. La luz, es decir, la radiación electromagnética, que emiten las estrellas y su descomposición de colores son información sobre el universo que nos rodea. El color revela la longitud de onda de cada elemento contiene, esto permite conocer su composición además de calcular su tamaño o la velocidad con que una estrella se aleja o se acerca a la Tierra.

Como vimos, la luz es información que circula por el universo, uno de sus mejores conductores es la fibra óptica que permite que esta

luz-information viaje por largas distancias. Se trata de una fibra más delgada que un cabello humano, para poder manipularla es cubierta por nylon transparente con diferentes grados de flexibilidad y resistencia, puede ser combinada con otras fibras y tejida en telar de cintura, con las herramientas tradicionales.

En la obra “e-chimu” (2018) se trabaja una técnica que tiene la particularidad de ser de urdimbre urdida a 3 con trama vista, pertenece al periodo Intermedio Tardío (1000 a 1400 d.C.) y tejida en la costa central y norte del Perú, por las culturas Chancay y Chimú. Esta técnica fue útil para tejer con una fibra óptica gruesa evitando que se ondule y se quiebre, la fibra óptica queda recta, es decir, mantiene fluida la transmisión de la luz logrando un diseño detallado [Fig. 9].

Fig. 9. Sandra De Berducci | aruma, *e-Chimu*, 2018. Tejidos con la técnica utilizadas por la cultura Chankay y Chimú. Bolivia. Fotografías de la artista.



En los últimos años, realicé diversas instalaciones interactivas con tejidos y fibra óptica, las dividí en dos series tituladas a la manera de componentes eléctricos: "LET - Light Emitting Textiles" pensando en las luces LED y "NDT - Night Dependent Textiles" pensando en los LDR Light Dependent Resistor, que es la resistencia que ensamblada con otros componentes eléctricos produce un sensor de oscuridad. En estas obras, incluí sensores de sonido y fueron utilizados por performers. En otras, con sensores ultrasónicos, se recogen los datos de los movimientos generados por los visitantes y se puede ver cómo fluyen los colores de un *awayo*¹² a través de la fibra óptica, solo por citar algunas. Estos y otros sensores, en un primer momento, estaban ocultos y los visitantes no podían ver ni entender qué provocaba la interacción, luego pensé ¿Por qué esconder los sensores?

¹² Nombre dado a los tejidos coloridos que las mujeres quechucas y aymaras usan para diferentes funciones cotidianas.

¹³ Obra realizada en colaboración con el equipo del Proyecto PENELOPE del Instituto de Investigación para la Historia de la Tecnología y la Ciencia. Deutsches Museum de Múnich, Alemania. 2018.

V. Tejidos interfaces

En obras iniciales *JIWASANAKA* (2015) comencé a explorar las propiedades del cobre como sensor de capacitancia insertando placas de cobre en la estructura de la tela mientras era tejida, dejándolas visibles y ofreciendo la posibilidad de tocarlas, con el objetivo que la proximidad de un visitante pueda generar datos y estos se 'traduzcan' por un microcontrolador para transformarlos en luz o sonido.

Así también un tejido puede ser 'escuchado' según los patrones tejidos, es el caso de la obra titulada *AWAY / TAKIY* (2018)¹³. Un tejido sonoro interactivo de tres metros y medio de largo, que fue tejido de la manera tradicional, en telar de cintura y posee una compleja estructura que incluye, dentro de ella, materiales conductores como cobre formando diseños que pueden ser ejecutados, como un instrumento, también puede ser programado de diferentes formas como una interfaz sonora experimental [Fig. 10].

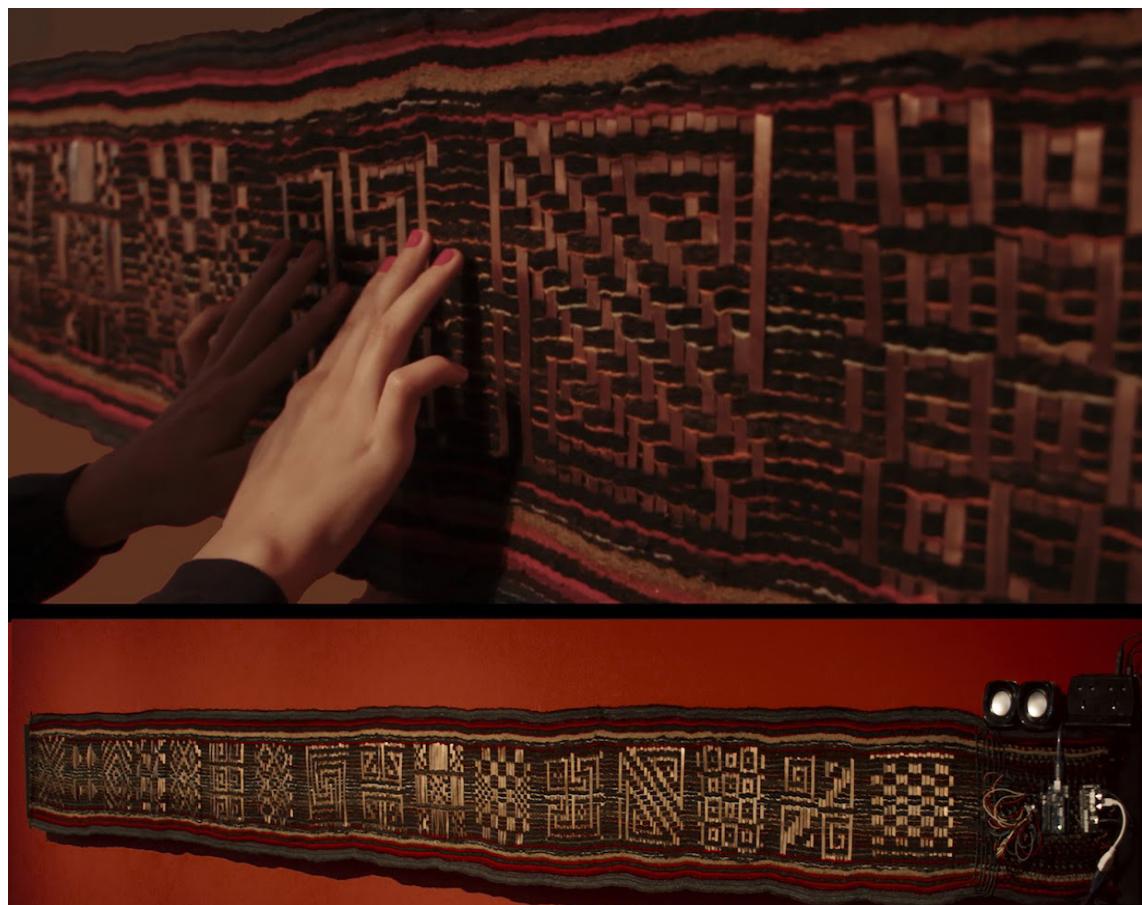


Fig. 10. Sandra De Berducy | aruma en colaboración con Proyecto PENELOPE del Instituto de Investigación para la Historia de la Tecnología y la Ciencia, Deutsches Museum. *AWAY / TAKIY*, 2018. Tejido en telar de cintura, fibra de alpaca y oveja, 304 varillas de cobre, cien metros de hilo conductor, altavoces. Múnich, Alemania. Fotografías de la artista.

Por cierto, el uso de materiales conductores relacionados con los textiles andinos no es nuevo, desde el pasado precolombino hasta la actualidad, los *Tupus*, complementan la ropa tradicional.

Están fabricados en metales como el cobre, aleaciones y desde la época colonial en plata y oro; como se puede observar, son materiales conductivos. Pensando en esto, creé la serie *e-tupus* (2018), estos tupus eléctricos se adhieren a los textiles como los que sostiene las mantas de las mujeres aymaras, en ellos se incluyen varios circuitos eléctricos y microcontroladores: sensor de ultrasónico, sensor PIR, sensor de pulso, y así sucesivamente, están conectados con cualquier tipo de salida y programación para lograr la interacción.

Asegurada por un 'tupu' en la parte delantera, la manta paceña, es colorida sin ningún recauto, con elaborados detalles de macramé, está orgullosamente llevada por las mujeres aymaras. Mi versión se llama *electric-manta* (2019), fue tejida con fibra óptica sujetada con un Tupu con microcontrolador, sensor ultrasónico y de color. Este sensor actúa como un camaleón colorear la totalidad de la tela de acuerdo con el color del vestido de la persona en el rango de los sensores, así que cuando alguien llega más cerca, o es abrazado por quien la porte, la manta eléctrica se ilumina con los colores que se encuentren en el rango del sensor [Fig. 11].

Fig. 11. Sandra De Berducy | aruma, *Electric-manta*, 2019. Tupu con microcontrolador y sensores ultrasónico y de color, sujetan la manta tejida con fibra óptica. Bolivia. Fotografías de la artista y Alex Sayandro.



VI. Seres blandos, como nosotros

Además de características técnicas existen en estas obras aspectos culturales, como la obra *e-allqamari* (2016), que fue tejida en telar tradicional andino, en la misma se mantuvo la distribución en listas de los costales, tal como se utilizaron desde la antigüedad andina, para transportar y almacenar semillas. La fibra óptica, al igual que las semillas son medios idóneos para la transmisión de datos, la misma fibra luminosa, se teje intercalándola con lana de oveja negra, ambas fibras distribuidas en listas gruesas bordeadas por listas delgadas, esta distribución de listas dentro del tejido es conocida como *allqa*, se mantiene intacta desde tiempos precolombinos¹⁴. Según Verónica Cereceda, la distribución de estas listas dentro del tejido, presenta una simetría bilateral, como todos los seres que tenemos columna vertebral y el tejido como un ser vivo, tiene boca y corazón.

Ciertamente, los antiguos pensaban que un tejido es un ser vivo, de la misma forma que los seres vivos están compuestos de tejidos. En ese sentido, el textil podría ser un medio tecnológico que nos permita visualizar nuestro pulso vital y nuestras conexiones con el planeta, entendernos y alinearnos con él, una tecnología inclusiva que puede ser incorporada o penetrada.

¹⁴ Verónica Cereceda, “Semiología de los textiles andinos: las talegas de Is-luga”, *Revista de Antropología Chilena*, 2010, 42(1). http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73562010000100029&lng=es&nrm=iso (Consultado el 13 de junio de 2021).

¹⁵ Estas obras fueron realizadas con el proyecto Arte Electrónica Indígena de Brazil. Este proyecto, incluyendo la obra “Casulo”, tuvo mención de honor en el Festival Ars electrónica en Linz, Austria en 2020.

Fig. 12. Sandra De Berducy | aruma en colaboración con Magtxai Silva y Selma Ferreira. *Casulo* y *Tupã*, 2018. Proyecto Arte Electrónica Indígena, Bahía, Brasil. Ambas obras con sensor de pulso y tejido de fibra óptica. Fotografías de la artista y proyecto AEI.

sonido onomatopéyico del latido del corazón es Tu-pã – Tu-pã – Tu-pã, Tupã es el nombre del creador del universo, el mismo que creó la luz y la vida, es esa voz interior que todos tenemos dentro y debemos aprender a escuchar, ese pulso vital que se puede convertir en luz, pulso eléctrico que puede ser transformado en fotones.



La luz tintineante de estas obras nos muestra cómo todos tenemos un pulso singular y único, lo hacen a través de fotones que viajan a la misma velocidad en que viaja la luz de las estrellas, miles de millones de años de tiempo/espacio, sin sufrir ningún cambio, hasta el momento en que chocan con nuestras pupilas que las absorben y nuestros cuerpos asimilan.

