

Lección de Anatomía:

Revisión histórica del concepto de máquina, cómo metodología experimental en diseño industrial, en el contexto del Museo de Anatomía de la Universidad de Chile.

Autor:

Dr. Bárbara Echaíz Bielitz. barbara@echaizbielitz.cl
Universidad de Chile

RESUMEN

Esta presentación da cuenta del proceso indagatorio conceptual y de diseño experimental para el desarrollo de una prótesis anatómica, con la cual se levanta la pregunta respecto de cómo los objetos participan en contextos de enseñanza y divulgación científica como es el caso del Museo de Anatomía de la Universidad de Chile. El proyecto indaga así en las relaciones entre objetos diseñados y cuerpo humano binomio indispensable para el hacer del diseño industrial por medio del desarrollo de una prótesis, en tanto objeto mediador para el entendimiento de los saberes anatómicos históricos. Con una residencia de investigación en dicho Museo y una discusión bibliográfica que permitió trazar vínculos históricos entre la noción de máquina y el entendimiento del cuerpo humano en el campo de la anatomía, el proceso de diseño se concentra en dicha relación desarrollando: (a) una etapa de conceptualización formal, (b) una elaboración de prototipos y evaluaciones insitu, y (c) una etapa de desarrollo y fabricación con impresión 3D; todo, facilitando la especulación formal y material. El proyecto permite, por lo tanto, vislumbrar la relación cuerpo prótesis en atención al concepto de máquina en su deriva histórica en el flujo de la modernidad, y así observar el centro del diseño industrial como una dialéctica del tipo tipo máquina cuerpo, cuerpo-máquina.

INTRODUCCIÓN

Lección de Anatomía es un proyecto que cuestiona si los modos de conocer y comprender el cuerpo humano determinan también el modo de cómo practicamos el diseño industrial, y más precisamente, si el hacer y pensar el diseño industrial sería una forma de mantener pre-sentes y válidos —por medio de configuraciones materiales— tales modos de conocer.

Desde el Renacimiento temprano, el cuerpo humano se presentó como objeto de atención para diversas áreas del saber, abarcando tanto las artes como las ciencias. Esta inclinación antropocéntrica modeló la estructura del pensamiento humanista, la cual constituyó además las bases ideológicas de la Era Moderna. Es así como encontramos ya a inicios del siglo XV al intrépido Leonardo Da Vinci, quien vio en el cuerpo humano una gran fuente de inspiración para sus estudios mecánicos. Este reconocido artista, científico e ingeniero, se introdujo en lo más profundo de los saberes anatómicos, analizando y describiendo la funcionalidad de cada parte del cuerpo, para luego objetualizar esos saberes en configuraciones materiales, creando así asombrosas máquinas artificiales. De manera similar, pero desde el área de la medicina, el destacado anatomista holandés Andreas Vesalius presenta el gran atlas del cuerpo humano, *De humani corporis fabrica*, publicado en 1543. Sólo con el título de dicha obra podemos entender ya las relaciones epistémicas que emergían entre la concepción del cuerpo humano y su estructura —la manera descriptiva con la cual se estudia—, y el entendimiento de la evolución fabril del período renacentista. Casi un siglo después, desde las artes más puras, Rembrandt Van Rijn realizaba su emblemática obra *Lección de Anatomía* del Dr. Tulp

(1632), la cual describe la escena de una disección anatómica realizada por un médico anatómico y un grupo de alumnos. Lo particular de la obra es que ninguno de los ocho participantes presta atención al cuerpo cadavérico presente antes sus ojos, si no que la mayoría de sus miradas se dirigen peculiarmente hacia un gran libro que yace a un extremo a los pies del cadáver. Dicho libro, según se cree, sería precisamente el atlas de Andreas Vesalius, *De humano corporis fabrica*. Estos acontecimientos parecen querer mostrarnos cómo el pensamiento humanista emerge a partir de la observación descriptiva del ser humano —el humano como centro de los saberes— y cómo tales saberes se fueron materializando: para el caso, a través de la creación de máquinas hechas a imagen y semejanza del hombre, construyendo y dando forma así, a lo que denominamos nuestro entorno artificial.

De este modo, el proyecto que este texto viene a presentar se sitúa en el contexto de la Modernidad, y más particularmente, en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile; lugar que representa los saberes científicos de una época clave para los descubrimientos anatómicos del ser humano y a la vez, los avances tecnológicos de la época antes mencionada. El cuerpo aquí entra como materia prima de un proceso industrial; es analizado, desmembrado, y cosificado, para luego ser archivado en estantes de colección, o bien, las partes y piezas, embaladas y refrigeradas como material de estudio para futuros médicos. El cuerpo es tratado tal como una pieza de una cadena fabril. Esta concatenación de procesos da cuenta de un modo de saber que se extrapola a un modo de hacer, y este conocimiento, como sabemos, se materializa en una Revolución Industrial que no sólo abarcaría la técnica y la tecnología, sino que la cultura en general de toda una época.

No es casualidad que el diseño industrial nazca como tal a comienzos del siglo XX, en la cúspide de las vanguardias artísticas de la modernidad, donde el cuerpo sigue siendo objeto de atención. Sin embargo, éste se presentará allí en diversas formulaciones. En este ámbito, conocidas son las investigaciones de destacados pensadores de las áreas proyectuales, como el arquitecto alemán Ernst Neufert y su vasta descripción de las dimensiones del cuerpo humano en contextos cotidianos. En esa misma línea, El Modulor de Le Corbusier, propone una normalización de las medidas basada en proporciones antropométricas, es decir, medidas que surgen de una racionalización armónica del cuerpo humano. Aún más cercano a nuestro contexto, tenemos a Tomás Maldonado, quien pasó su vida problematizando el rol del diseño industrial en la modernidad, y para quien —parafraseándolo— el diseño sería la cúspide de años de exploración científica, sobre condiciones objetivas y subjetivas de la actividad humana [1]. De esta manera parece esencial el rol que cumple el cuerpo humano y su desenvolverse en el entorno para las prácticas del diseño industrial, por lo que es pertinente cuestionar el origen del devenir maquínico del cuerpo humano en la cultura moderna, y así, poder crear espacios experimentales para debatir hoy estas consideraciones, que son fundamentales para construir los saberes disciplinares que nos señalen y expliquen con caridad cuál fue el rol del diseño industrial en la época ya señalada.

2. El origen del diseño industrial condicionado por los descubrimientos anatómicos de la Modernidad.

2.1. Los saberes anatómicos en el siglo XV y XVI, y el pensamiento racional.

La admiración al cuerpo humano parece iniciarse fuertemente junto al inicio del Renacimiento. Su forma, silueta, posturas, funciones y movimientos fueron la fuente de contemplación para grandes artistas y científicos de la época. Ya Leonardo Da Vinci daba las primeras señales de tal admiración. Si bien no era médico, se introdujo igualmente en el cuerpo humano como ningún otro médico lo había hecho, y a través de sus descubrimientos anatómicos, pudo sintetizar y construir las más diversas máquinas, desarrollando una amplia mecánica que emuló al ser humano.

Para Leonardo el cuerpo humano era la base de todo saber. Para él era esencial que un artista entendiese el por qué de los movimientos y de las posturas, de dónde provenía y cuánto

involucraban. Para él “[e]l pintor debe conocer la anatomía de los nervios, músculos, huesos y tendones para saber en los diversos movimientos qué nervio o qué músculo es la causa de tales movimientos” [2]. La maravillosa máquina humana es como Da Vinci se refería a la estructura anatómica, internándose con medida en las articulaciones: analizó los movimientos, la extensión del cuerpo y su funcionalidad mecánica, encontrando en la anatomía y la mecánica, la fórmula que le permitió representar en imágenes al ser humano, y a la vez, traducir a un lenguaje técnico, los saberes que allí encontró, con el fin de diseñar posibles máquinas artificiales.

Desde el área de la medicina, la anatomía se mantuvo estancada por más de un siglo, ya que a partir del “mil trescientos por la bula del Papa Bonifacio VIII De sepulturis [se condenó] excomulgando a quienes disecaran los cadáveres humanos o preparasen sus huesos para facilitar su uso” [3]. Durante aquel período se realizaron un pequeño número de disecciones, las cuales no tuvieron mayor impacto en el ámbito científico, pues estas fueron siempre clandestinas. Esto duró hasta que Sixto IV levantó dicha la bula, permitiendo las disecciones anatómicas. Es así en ese período que un joven anatomista, Andreas Vesalius, se empeña por refutar los dogmas galénicos. Este médico originario de Bruselas, muy pronto se convirtió en un excelente disector, lo que le permitió ser catedrático de cirugía de la Universidad de Padua. Las intensas jornadas de investigación, de análisis morfológico y el minucioso registro descriptivo —escrito y visual— lo llevó a desarrollar una obra única. Sus hallazgos se concentraron en su magnum opus, *De humani corporis fabrica*, publicada en 1543. Esta obra reformuló toda forma de conocer y de transmitir el conocimiento, no sólo por los paradigmas que derribó en cuanto al contenido, sino también por la lógica descriptiva en que trató la estructura anatómica, así como por el modo en que se apoyó en medios técnicos como el libro y el grabado, representando en imágenes el cuerpo humano en su conjunto, así como cada una de las partes que lo componen.

Así es como la medicina moderna comienza a desarrollarse, y a entusiasmar no sólo a los médicos, ya que las disecciones anatómicas pasaron a ser eventos con alta asistencia del público general. La admiración que provocaba los misterios más íntimos de cuerpo humano también atrajo la atención del artista Rembrandt Harmenszoon van Rijn, quien en su exploración en torno a los saberes anatómicos, llegó precisamente a concurrir a estos asombrosos espectáculos. De este modo recibió el encargo —por parte del Gremio de Cirujanos de Ámsterdam— de retratar al Dr. Nicolaes Tulp en 1632, en una disección anatómica. Rembrandt hizo así de *Lección de Anatomía*, no sólo una representación de la práctica académica de los saberes anatómicos, sino que además introdujo en el lienzo una mirada respecto de la Modernidad. Si bien en un primer plano se observa a un grupo de facultativos en una disección anatómica, lo paradójico de la obra es que ninguno de los ocho participantes observa el objeto de atención por excelencia —*subjectum anatomicum*—, sino que la atención se la lleva un gran libro a los pies del cuerpo cadavérico. La mirada en el ser humano trasciende a los conocimientos empíricos, y la posibilidad de ver más allá es acompañada por los adelantos técnicos que permiten tales acontecimientos.

Los adelantos tecnológicos desarrollados durante el siglo XVII emergieron a través de los nuevos conocimientos adquiridos en diversas ramas de las ciencias. Como anteriormente se comentó, los cambios paradigmáticos que introdujo Vesalius con esta nueva forma de conocer fueron esenciales para entender el mundo, ya que “la idea del organismo-máquina se considera central para entender la llamada revolución científica”. Desde las ciencias y matemáticas, René Descartes elabora en 1633, el *Monde ou Traité de la Lumière*, donde es posible encontrar el *Traité de l’homme*, sección que analiza la complejidad del ser humano, y que es fundamental para explicar los hechos de la naturaleza [4].

Lo particular del *Traité de l’homme*, es que Descartes describe las diversas partes del cuerpo humano de forma analógica, haciendo referencia a procesos industriales y ejemplificándolo con tecnología de la época. La mirada mecanicista presenta el método cartesiano de des-

cripción analítica, sistematizando las funciones y procesos de un conjunto, para comprender luego la totalidad de máquina humana.

Hasta acá pareciera ya imposible poder dissociar lo corporal y lo maquínico en el desarrollo de la modernidad. El método cartesiano concretiza el modelo de descripción anatómica, lo extrapola, y establece así el escenario propicio para que el cuerpo y la máquina se enfrenten constantemente a lo largo de los años siguientes.

2.2. Vanguardias del Siglo XX

El aceleramiento tecnológico provocado por la Revolución Industrial provocó que la máquina se presentará de manera indispensable en la vida cotidiana de las personas. El desarrollo industrial provocó cambios sustanciales no sólo en el plano económico, sino también sociales, políticos y culturales; lo cual modificó los alineamientos de los procesos producción. Así la máquina se presentará, bien, en tanto apoyo técnico para facilitar la producción de la mano de obra campesina, hasta como reemplazo del trabajo humano, donde el obrero pasa a ser el operario de asistencia en líneas automatizadas.

Este punto de inflexión en la relación cuerpo y máquina introdujo un desconcierto de orden general en la población. En el imaginario popular lo maquínico representaba una “extensión magnífica [...] o una constricción problemática del cuerpo” [5], es decir, lo artificial potenciaba las cualidades humanas en pos de la optimizaron productiva, o bien suplantaba la condiciones humanas amenazando la integridad del cuerpo, usurpando su lugar, pudiendo incluso ser éste desmembrado por dichas tecnologías.

Grupos artísticos reaccionaron frente a esta crisis social atraídos por la tecnología y la condición maquínica de los cuerpos. Vanguardias como el Futurismo y el Constructivismo tomaron el cuerpo industrializado y desmembrado por las guerras, como una transformación tecnológica de los mismos cuerpos. Esto es lo que Hal Foster denomina como la doble lógica de la prótesis: “La diferencia fundamental aquí se da entre un proyecto primordialmente marxista de superar dialécticamente la autoalieneación tecnológica y un deseo potencialmente fascista de elevar esta autoalieneación hasta convertirla en un valor absoluto en sí mismo.” [6]

En estos términos exponentes como F.T Marinetti publica en el periódico Le Figaro el Manifiesto Futurista en 1909, en el cuál expresa este nuevo pensamiento basado en la devoción por la velocidad. Dicha belleza provendría de la avanzada tecnología mecánica, de los movimientos de maquinaria fabril y del acelerar de los automóviles de carrera, los cuales eran todos, elementos que les llenaba de gran pasión. Los futuristas esperaban con ansias el renacer de un hombre tecnológico, de un centauro como lo llamaría Marinetti —mitad hombre y mitad máquina— integrado por un blindaje maquínico a modo de protección del cuerpo dañado, buscando elevar y superar la alienación tecnológica.

En otro sentido, se encuentra la admiración tecnológica como extensión potencial de las capacidades corporales. Esto se manifiesta en las artes escénicas, como es el caso del teatro constructivista ruso y el ballet de la Bauhaus, los cuales exploran la condición maquínica del ser humano centrándose en la mecanización de los cuerpos como proceso de la búsqueda de un hombre nuevo. Con Meyerhold, el teatro ruso se transforma en un laboratorio biomecánico, utilizando el aparataje técnico a la vista a modo de andamios, rampas, y escaleras, como soporte para extender las capacidades corporales, potenciando así la velocidad, el movimiento y el desplazamiento a los actores en el escenario [7]. En la misma línea se presenta en Weimar el Ballet Triádico, creado y producido por Oskar Schlemmer en 1922. El cuerpo sufre una transformación por medio de la abstracción geométrica, no sólo por su forma a través de novedosa indumentaria, sino que la puesta en escena misma que era fundamental. Tanto la coreografía como la música está dada por “la persecución de las formas básicas elementales, tales como la recta, la diagonal, el círculo, la elipse y de la uniones recíprocas.” [8]

3. Residencia de investigación en el Museo de Anatomía

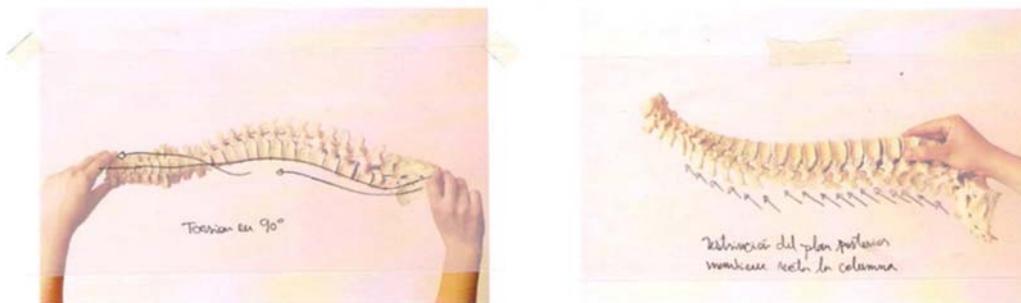
El Museo de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile se encuentra en la comuna de Independencia, al noroeste de la capital, en un sector conocido popularmente como la Chimba. El museo se conforma por salas de exhibición, pabellones, salas de conservación, talleres de mantención, así como por elementos tales como órganos, articulaciones, piezas óseas, piezas disecadas, y todo aquello que en su conjunto da cuenta de la materialización del pensamiento científico de una época —el cual pareciese estar detenido entre los muros de dicho lugar.

En sus dependencias se incluye el famoso anfiteatro de anatomía, construido en 1918 bajo la fuerte influencia de tradición decimonónica de la academia médica occidental. Con una arquitectura panóptica, el anfiteatro posee en el centro, y a la vista de todo espectador, una mesa de disección donde se realizaba la cátedra principal de anatomía. Acompañan a ésta, la imponente presencia de dos cuadros anatómicos, que son parte de la gran colección de láminas ilustrativas de la estructura humana.

La residencia de investigación en este lugar podría parecer, en un inicio, distante a lo que comúnmente se vincula al campo del diseño. Sin embargo, mientras más tiempo se pasa observando y manipulando los objetos y procesos que conforman el Museo de Anatomía, dicha distancia pareciera desvanecerse. No sólo los procesos de sistematización del material cadavérico, en cuanto a la preparación del cuerpo —desaguar, cortar, pulir, pintar, plastinar, disecar, congelar— para luego clasificarlo dependiendo del propósito y de la calidad de la pieza, son semejantes a un línea de producción industrial, sino también cómo las piezas son allí categorizadas en tanto elementos análogos al sector industrial: articulaciones, órganos enfrascados, sistemas disecados. Esto determina mi interés por el aspecto mecánico entre lo corporal y lo artificial, lo cual puede ser observado especialmente en la manipulación de una columna vertebral; pieza ósea que me permitiría vehiculizar la cuestión de la máquina en el ser humano.

3.1. Objeto de atención: La columna vertebral.

Durante esta fase de exploración empírica con la columna vertebral, los conceptos recolectados en la discusión bibliográfica convergían justamente mientras manipulaba y analizaba dicha pieza ósea (figuras 1 y 2). La máquina aparece así, al momento en que cada vértebra se acoplaba a su correlativa, formando una cadena de engranajes casi perfectos, los cuales le otorgan a esta compleja estructura la posibilidad de tornearse de un lado a otro, de inclinarse, y hasta curvarse formando un círculo casi perfecto.



Figuras 1 y 2: Exploración con Columna Vertebral (2013), Bárbara Echaíz Bielitz. Santiago, Chile.

Es en este punto cuando decido dotar a este proyecto de diseño experimental de un carácter estético, es decir, comprenderlo como una forma sensible de conocer —aesthesia. En este sentido se toma el texto escrito por el francés Georges Didi-Huberman, llamado Ser Cráneo [9], en donde analiza los alcances estéticos que el cráneo humano provee no sólo a la ana-

tomía, sino también a las artes, y la escultura en particular. Este teórico e historiador del arte describe el cráneo humano, en primera instancia, a través del concepto ser caja, a partir de la morfología desarrollada por el anatomista Paul Richer; luego, también bajo el concepto ser cebolla, debido a las capas descritas por Leonardo Da Vinci; posteriormente, a través de la concepción que Durero tenía respecto al craneo con el concepto ser caracol, dados los procedimientos geométricos utilizados para la representación de sus proporciones; más tarde Didi-Huberman incluso describe el cráneo desde el psicoanálisis, mediante el concepto ser atrio, como un lugar donde se encuentran las ideas subyacentes. Sin embargo, la descripción bajo el concepto ser río, proveniente de la obra del escultor italiano Giuseppe Penone, es realmente convocante para los propósitos de mi proyecto. Basado en la obra *Essere fiume*, Didi-Huberman señala que la escultura, o más precisamente ser escultor, no sería más que ser río, esto es, que la única forma de poder esculpir la piedra es transformarse en esa fuerza que les permitió la existencia, les brindó el espacio, y las modelos hasta transformarlas en lo que finalmente se percibe de ellas.

Con esta idea formulo el camino a seguir del proyecto, el cual teniendo como antecedente también que durante la modernidad el entendimiento el cuerpo humano se maquinizó, podía avanzar hacia el diseño de una mediación prostética que hiciera emerger tal condición maquina del cuerpo en el contexto del Museo de Anatomía, y de esta manera constituir, de modo sensible y poético, un ser columna.

4. Fase de Creación

4.1. Experimentación inicial

Esta fase se compone por las primeras exploraciones creativas que emergen desde los alcances conceptuales hallados en la discusión bibliográfica, como también aquellos provenientes de la residencia de investigación en el Museo de Anatomía. En una primera instancia entonces se exploró el concepto de equilibrio como elemento de mediación para acercarse al funcionamiento de la columna vertebral en el contexto de una clase de anatomía. Esto por medio de una instalación a modo de andamiaje técnico. Esta exploración se apoyó en los aspectos escenográficos de las obras constructivistas de Meyerhold. En una segunda exploración, influenciada por la extensión de la biomecánica del cuerpo, se buscó abstraer la función de equilibrio de la columna vertebral en un aparato que permitiese, siempre en una clase de anatomía, la interacción del individuo con su propio equilibrio. En una tercera instancia se buscó conjugar elementos de mecánica pura, como el uso de pistones, bielas y levas, los cuales le brindarían movimiento a una estructura abstracta que remitiera conceptualmente a las características de la columna vertebral. En una cuarta exploración, nuevamente se intentaría exhibir el contraste entre lo mecánico artificial y lo orgánico del movimiento de la columna vertebral. Esto dispuesto a modo de mesa de disección, la cual, por medio de engranajes mecánicos, permitiese darle movimiento a una réplica artificial de una columna vertebral.

Finalmente, luego de un amplio número de iteraciones en diversas exploraciones, se observó detenidamente las posturas que tomaba el cuerpo erguido cuando este buscaba y reaccionaba al equilibrio, y qué posición tomaba la columna vertebral en cada una de estas posturas. Este hecho proporcionó la idea de hacer aparecer en cuerpo, o mejor dicho, lograr percibir la propia corporalidad, emergiendo así, de manera personal, una lección de anatomía. De esta manera se propone evidenciar la presencia de la columna vertebral por medio de la restricción y limitación de algunas articulaciones a través de una prótesis que impidiera una postura erguida, afectado la movilidad, y así, por medio del esfuerzo corporal, apareciera perceptivamente la función de la columna vertebral.

4.2. Experimentación intermedia

4.2.1. Réplica de la columna vertebral.

Esta etapa se inicia con el desarrollo de una réplica de una columna vertebral, para, de ese modo, tener a la mano esta estructura ósea para su estudio morfológico y mecánico. Así, vértebra por vértebra de una columna real fueron procesadas en un escaner 3D, el cual mapeaba la superficie irregular de cada una de ellas. Si bien los resultados 3D obtenidos proporcionaban una malla incompleta, estos entregaban, sin embargo, la información necesaria para editarlos en un software de modelamiento. Así, cada vértebra fue escaneada y editada para posteriormente imprimirla a tamaño real, en una impresora 3D.

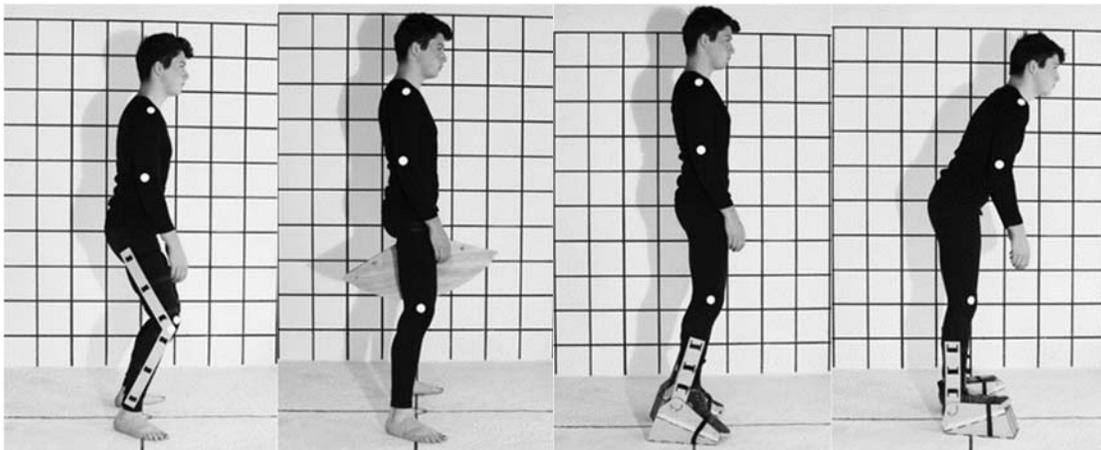
4.2.2. Contexto específico

La propuesta de desarrollar una prótesis que permitiese percibir la propia corporalidad, se ubicaría como una actividad de preámbulo en el contexto de las visitas guiadas en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile, con el fin de dotar de un carácter sensible el conocimiento del cuerpo humano, y al mismo tiempo relevar la importancia que posee el anfiteatro del museo —lugar donde se llevaría a cabo la actividad— como patrimonio científico. Es importante destacar además, que en su mayoría, las visitas que recibe el museo corresponden a estudiantes de enseñanza escolar secundaria, por lo cual poseen ya conocimientos básicos sobre anatomía. Estos antecedentes fueron importantes a la hora de diseñar la actividad.

Por lo tanto, el proyecto implicó objetualizar, es decir, materializar en un objeto, los cuestionamientos y los hallazgos encontrados en la fase exploratoria, desarrollando una prótesis para el conocimiento sensible del cuerpo en una actividad de antesala al recorrido del museo, con el fin de relevar la percepción del cuerpo, desde el propio cuerpo.

4.2.3. Creación de prótesis

Para definir la estructura, se exploraron primeramente, con un modelo y apoyo fotográfico, las posturas del cuerpo en equilibrio, las que luego serían intervenidas superponiendo bocetos de las posibles formas de la prótesis. Enseguida se decidió intervenir, a modo de incipientes maquetas, cuatro tipos de articulaciones (figuras 3, 4, 5, y 6) que al estar restringidas, alterarían el movimiento y limitarían la postura erguida del modelo.



Figuras 3,4,5 y 6: Algunos de los estudios con prótesis (2015), Bárbara Echaíz Bielitz. Santiago, Chile.

De esta manera se realizaron las pruebas de limitación para tobillo, tanto en flexión como en extensión, y luego, para la rodilla, en su movimiento de flexión, y posteriormente, para cadera

en abducción. Cada una de estos prototipos rápidos poseían variables de hasta cuatro tipos de grados. Las pruebas realizadas fueron registradas en fotografía y video, para luego ser estudiadas mediante un software de análisis biomecánico, con el objetivo de desarrollar tablas gráficas que evidenciaran posturas, tiempos, esfuerzo, velocidad, y otras variables.

4.3. Experimentación final

4.3.1. Pruebas con prototipos in situ

La etapa de experimentación final se llevó a cabo a través de pruebas con las audiencias del Museo de Anatomía. Para ello se seleccionaron dos de los prototipos del estudio anterior; a saber, rodilla flexión en 60° y tobillo flexión en 20°. Estos prototipos según el análisis realizado, proporcionaban dificultad para caminar y al mismo tiempo involucraban movimientos de equilibrio con las extremidades superiores. El objetivo de esta actividad fue evaluar la reacción de las audiencias al usar estas prótesis de forma física, así como también conocer cómo éstas eran percibían.

Se realizaron así cuatro pruebas con dos prototipos. Para las pruebas realizadas con las prótesis de restricción-flexión-tobillo, se observó que los sujetos que la ocuparon podían regular el esfuerzo que les producía la prótesis, al caminar arrastrando los pies y evitando levantar las piernas. Para las pruebas de restricción-flexión-rodilla en cambio, los voluntarios se desenvolvieron con mayor soltura. En ambos casos se evidenciaron cambios de posturas por parte de los sujetos, quienes buscaron comodidad dentro del esfuerzo que les proporcionaban la prótesis. Además, quedó en evidencia que utilizaban las extremidades superiores como punto de equilibrio para lograr caminar con mayor facilidad.

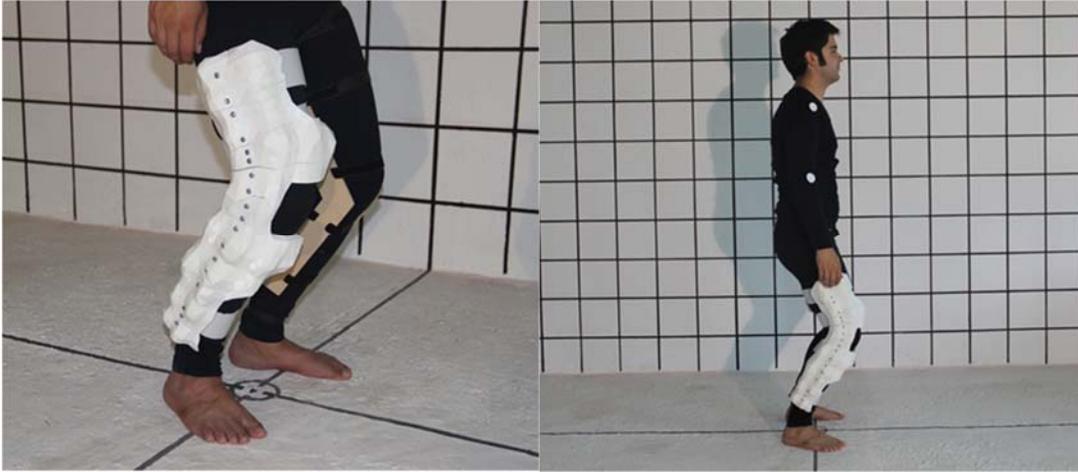
Como cierre de esta prueba se conversó con el grupo de alumnos que participaron, tanto con aquellos que utilizaron las prótesis, como con los que fueron espectadores de la actividad. Era importante para los registros recoger las percepciones que provocó la manipulación de las prótesis en la audiencia, y de que manera éstas se vinculaban a los propósitos del museo. Dentro de la reflexiones escuchadas una se llevó toda mi atención, pues en ella se insinuaba si es que caso estas prótesis estaban pensadas para corregir la postura corporal, ya que cuando eran utilizadas, obligaba a mantener una posición recta para poder caminar.

4.3.2. Especulación y fabricación

La fabricación del prototipo final fue realizada siguiendo el modelo restricción-flexión-rodilla. Se realizó entonces una exploración formal utilizando tecnologías contemporáneas, pues en ellas se vio la posibilidad de alcanzar el lenguaje óseo y artificial que se quería para el proyecto. Para ello se desarrollaron, por medio de técnicas de diseño generativo, amplias posibilidades visuales que dotaran a la prótesis de un lenguaje formal adecuado.

Los aspectos formales que se rescataron de las estructuras óseas, y en específico en la columna vertebral, están los relieves y la textura rugosa. Para ello se abstraieron dichas irregularidades por medio de la triangulación de la superficie en el modelo, con el fin de evidenciar un lenguaje artificial que evoca lo orgánico de la estructura ósea.

Una vez elegida la forma de la prótesis (figuras 7 y 8) en el modelo 3D, se dio paso al proceso de edición, impresión y fabricación, para luego, y finalmente, llevar a cabo la puesta en escena con la última prueba.



Figuras 7 y 8: Prueba prótesis final (2016), Bárbara Echaíz Bielitz. Santiago, Chile.

CONCLUSIONES

A través de este proyecto es posible señalar que al indagar en los vínculos entre el cuerpo humano y el espacio conceptual de lo maquínico, emerge un espacio de exploración creativa altamente fructífero, ya que en él se vislumbran con claridad los vínculos presentes en el desarrollo de los saberes anatómicos; los cuales son efectivamente la fuerza de los adelantos científicos de la modernidad, y que ahora me permiten decir, son también parte esencial de lo que conocemos como diseño industrial.

Dentro de las reflexiones que el proyecto que presento en este texto entrega, se puede señalar que aproximaciones como estas permiten indagar críticamente, a través de la experimentación creativa y técnica, en los modos en que el diseño industrial permitiría conocer y percibir el cuerpo humano en contextos donde este último es analizado y estudiado desde una perspectiva moderna. Más aún, es posible señalar también que uno de esos modos estaría en las mismas prótesis, aunque no sólo entendidas éstas desde un punto de vista técnico-clínico, sino que particularmente, en el modo creativo-conceptual que aquí se ha expuesto. Al mismo tiempo, este proceso permite seguir avanzando en el desarrollo experimental de proyectos de diseño industrial, para desarrollar así, desde una perspectiva crítica y transdisciplinar, modelos que conjuguen aspectos provenientes de las humanidades, las artes, las ciencias, las ingenierías y el diseño industrial mismo.

Notas

Cfr. Tomás Maldonado, *Escritos Preulmianos*, (Buenos Aires: Ediciones Infinito, 1997).

Enrique Chiancone, *Leonardo da Vinci: en la ciencia y en el arte del ingeniero*, (Montevideo: Talleres Gráficos "33", 1957), 85.

Pedro Ara, *Nacimiento de la moderna medicina Vesalio*, (Buenos Aires: Imprenta Balmes, 1956), 15.

Edna Suárez, "El organismo como máquina", en *Descartes y la ciencia del siglo XVII*, (México D.F: Siglo Veintiuno, 2000), 138.

Hal Foster, *Dioses Prostéticos*, trad. Alfredo Brotons Muñoz (Madrid: Ediciones Akal, 2008), 123.

Ibíd., 129.

Cfr. Gerald Raunig, Mil máquinas: Breve Filosofía de las Máquinas como Movimiento Social, trad. Marcelo Expósito (Madrid: Traficantes de Sueños, 2008).

Oskar Schlemmer, Escritos Sobre Arte: Pintura, Teatro, Ballet. Cartas y Diarios (Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1987), 61.

Cfr. George Didi-Huberman, Ser Cráneo. Lugar, contacto, pensamiento, escultura, trad. Rosario Ibañez (Madrid: Cuatro. Ediciones, 2008).

Bibliografía

Ara, Pedro. Nacimiento de la moderna medicina Vesalio. Buenos Aires: Imprenta Balmes, 1956.

Chiacone, Enrique. Leonardo da Vinci: en la ciencia y en el arte del ingeniero. Montevideo: Talleres Gráficos "33", 1957.

Didi-Huberman, George, Ser Cráneo. Lugar, contacto, pensamiento, escultura. Traducción de Rosario Ibañez. Madrid: Cuatro. Ediciones, 2008.

Foster, Hal. Dioses Prostéticos. Traducción de Alfredo Brotons Muñoz. Madrid: Ediciones Akal, 2008.

Maldonado, Tomás. Escritos Preulmianos. Buenos Aires: Ediciones Infinito, 1997

Raunig, Gerald. Mil máquinas: Breve Filosofía de las Máquinas como Movimiento Social. Traducción de Marcelo Expósito. Madrid: Traficantes de Sueños, 2008.

Schlemmer, Oskar. Escritos Sobre Arte: Pintura, Teatro, Ballet. Cartas y Diarios. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1987.

Súarez, Edna. "El organismo como máquina". En Descartes y la ciencia del siglo XVII. Mexico D.F: Siglo Veintiuno, 2000.