

# LECCIÓN DE ANATOMÍA

Diseño experimental de prótesis para percibir la  
propia corporalidad en el Museo de Anatomía de la  
Universidad de Chile

**Bárbara Echaíz Bielitz**

PROFESOR GUÍA

**Rodrigo Díaz Gronow**





Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Carrera de Diseño

---

Informe de proyecto para optar al título de Diseñadora Industrial de la  
Universidad de Chile, adscrito al protocolo de proyecto experimental.

---

Se han impreso seis copias de este informe.  
Febrero de 2016.





# Índice

Epígrafe	p. 7
Dedicatoria	p. 9
Agradecimientos	p. 11
Resumen / Abstract	p. 12
1. Introducción	p. 15
2. Aspectos Estructurales	p. 21
2.1. Planteamiento del Problema	p. 22
2.2. Objetivo General	p. 24
2.3. Objetivos Específicos	p. 24
2.4. Preguntas de Investigación	p. 25
2.5. Justificación del Proyecto	p. 25
2.6. Metodología	p. 26
3. Fase Exploratoria	p. 29
3.1. Residencia en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile	p. 30
3.2. Discusión Bibliográfica	p. 41
3.3. Análisis de Referentes	p. 58
3.4. Entrevistas a Expertos	p. 71
4. Fase de Creación	p. 77
4.1. Experimentación Inicial	p. 78
4.2. Experimentación Intermedia	p. 98
4.3. Experimentación Final	p. 143
4.4. Especulación y Fabricación	p. 153
5. Conclusiones	p. 172
6. Bibliografía	p. 176
7. Anexos	p. 180



*Ciencia, arte y filosofía crecen ahora tan juntos dentro de mí,  
que en todo caso pariré centauros.*  
—Friedrich Nietzsche<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> En *El Nacimiento de la Tragedia* (Nietzsche, 1973, p. 11).



A mi Atlas y a mi Sacro, quienes me estabilizan y me dan movimiento.



## Agradecimientos

Este proyecto no habría llegado hasta aquí sin la ayuda de un gran número de personas e instituciones. Así, primero que todo quiero agradecer al Museo de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile por abrirme sus puertas y brindarme apoyo irrestricto en todo momento a lo largo de este proceso; particularmente a su director, el Dr. Julio Cárdenas Valenzuela, y todos los funcionarios de dicha institución. Igualmente, vaya mi especial gratitud a mi profesor guía, Rodrigo Díaz Gronow, quien me recibió aceptando y apoyando mis convicciones e intereses creativos, los cuales avanzan tras la especulación y la experimentalidad en el diseño industrial. A Joaquín Echaíz Bielitz, mi hermano, quien me apoyó constantemente, prestándome su ayuda cuando lo requería, siempre. Luego, no puedo dejar de mencionar a Javier Norambuena Abalos y Alejandro Vidal Dominguez, quienes me brindaron un invaluable apoyo técnico en lo relativo al modelado 3D de prototipos intermedios y en el desarrollo de código paramétrico hacia la etapa de fabricación. A todos ellos, mi sincero agradecimiento.

Además, quisiera nombrar aquí también a los distintos expertos que me entregaron parte de su tiempo para completar la fase exploratoria de mi proyecto: a la profesora de la Carrera de Diseño Teatral de la Universidad de Chile, Rocío Troc; a la directora de la Carrera de Danza de la Universidad ARCIS, Lorena Hurtado; al jefe de la Unidad Tecnológica Asistida de la Fundación Teletón, Rodrigo Cubillos; y al director del Centro de Artes Aéreas, Pablo Garrido. ¡Muchas gracias!

También quisiera agradecer a mis amigos y amigas, por su voluntad y disposición a colaborar; Daniela, Paola, Sebastián, entre otras. A mi familia, quienes han estado todo este tiempo ayudando y apoyando. Y en especial quisiera agradecer a Simona; quien a pesar de ser tan chiquitita, ha tenido una gran paciencia por esperar a su mamá.

## Resumen

Este proyecto de diseño industrial experimental, es una indagación que se pregunta cómo los objetos diseñados —en este caso prótesis— participan del entendimiento del cuerpo humano en contextos de divulgación y resguardo científico, como es el caso del Museo de Anatomía de la Universidad de Chile. En otras palabras, el proyecto indaga en la relación entre objetos, cuerpo humano y anatomía, desde una metodología experimental de diseño industrial. Para tales efectos, se han desarrollado dos grandes fases; la primera, denominada *Exploratoria*, contó con una etapa de *Residencia en el Museo de Anatomía*, luego con una *Discusión Bibliográfica* en torno a los conceptos clave que dicha residencia trajo al proyecto, y por último la de *Análisis de Referentes*, donde se estudia hasta que punto la discusión desarrollada en la etapa anterior, emerge en otros proyectos creativos. Luego, la segunda fase, llamada de *Creación*, contó con una etapa de *Experimentación Inicial* donde se desarrollaron bosquejos y maquetas que permitieran avanzar hacia el análisis crítico del problema de estudio desde una perspectiva de diseño; para posteriormente, continuar con una etapa de *Experimentación Intermedia*, donde se diseñaron y estudiaron en uso los primeros prototipos de prótesis. A continuación, las últimas dos etapas de la fase en cuestión fueron, la de *Experimentación Final*, donde se refinaron los prototipos anteriormente diseñados y se estudió su uso en el mismo Museo de Anatomía; y la de *Especulación y Fabricación*, donde se especuló sobre las formas de materialización que dichos prototipos pueden alcanzar. Finalmente, el proyecto permite también ofrecer conclusiones a partir del análisis del problema de estudio y el potencial de la experimentalidad en diseño industrial en tanto modelo de indagación. El presente informe da cuenta de todo este proceso.

Palabras clave:

Diseño industrial, cuerpo humano, prótesis, experimentalidad, Museo de Anatomía

## Abstract

This experimental industrial design project is an inquiry that asks on how designed objects —prosthesis in this case— participate of the human body's understanding, in contexts of scientific outreach and protection, just as the case of the Museum of Anatomy of the University of Chile presents. In other words, the project inquires on the relation between objects, human body, and anatomy, following an experimental method of industrial design. For this purpose, two main phases have been developed; the first one, called *Exploratory*, had a stage of *Residency at the Museum of Anatomy*, then a *Bibliographic Discussion* on the key concepts that such residency brought to the project, and lastly a stage of *Analysis of References*, where it has been studied how the discussion performed in the previous stage, emerges in other creative projects. Later, a second phase called of *Creation*, had a stage of *Initial Experimentation*, where sketches and models were developed aiming to move forward the critical analysis of the research problem from a design perspective; for then, continuing with an *Intermediate Experimentation* stage where the first prosthesis prototypes were design and studied. Following that, the last two stages of this phase were, the *Final Experimentation* stage, where the previously designed prototypes were refined and studied in the Museum of Anatomy itself; and the stage of *Speculation and Fabrication*, where a speculation about the possible forms of materialization for such prototypes was developed. Finally, the project allows to offer conclusions about the research problem analysis too, as well as on the potential of experimentation in industrial design as a research model. This report presents all this process.

Keywords:

Industrial design, human body, prosthesis, experimentation, Museum of Anatomy



# 1. Introducción

Ya en el siglo XV el indispensable Leonardo da Vinci pensaba el diseño de sus invenciones con atención a la condición maquínica que él visualizaba en el cuerpo humano; es decir, este artista e ingeniero florentino se refería al cuerpo como la máquina perfecta que inspiraba el desarrollo de los objetos artificiales que configuró. Similarmente, durante el siglo XVI, el médico y anatomista holandés, Andreas Vesalius (Andrés Vesalio en español), publicaba su obra maestra *De humani corporis fabrica* (1543), reconocida como uno de los trabajos científicos más influyentes de todos los tiempos. Particularmente a través del título de dicho atlas, Vesalius daba señales sobre las relaciones epistémicas que vio entre la estructura anatómica del cuerpo humano y los avances fabriles que por esos tiempos ya permitían con fuerza, dar forma material a las ideas del pensamiento renacentista. No mucho después, a mediados del siglo XVII, el artista holandés Rembrandt van Rijn presentaba su afamada obra pictórica, *Lección de Anatomía* (1632), donde es posible observar a ocho médicos participando de la disección y estudio anatómico de un cadáver humano. Sin embargo, un aspecto fundamental de esta influyente pintura —y que usualmente no se aprecia— es que ninguno de los facultativos presentes en el lienzo observa al cuerpo semi desnudo posado sobre la mesa de disección, sino que alternativamente, mientras dos de las miradas se dirigen hacia el espectador del cuadro y una hacia un horizonte misterioso, la gran mayoría de los médicos que participan de la tarea, observan con atención una enciclopedia ubicada en el sombrío sector derecho de la pintura, y que se cree, sería nada más y nada menos que el *magnus opus* de Vesalius, *De humani corporis fabrica* (Figura 1). Emerge así, desde los tres ejemplos señalados, la estructura fundamental del pensamiento humanista; enfocada en racionalizar y mensurar la configuración y condición del cuerpo humano, convirtiéndolo en el centro ideológico del pensamiento de una Era, el cual fue así extrapolado sin dudas hasta la construcción de nuestro entorno material: en otras palabras, el cuerpo como máquina y la máquina como centro del saber humano.

---

<sup>2</sup> La Modernidad como el gran período epistémico de occidente, y que se iniciara ya en el siglo XV, es refrendado entre otros por el antropólogo y filósofo francés, Bruno Latour, quien a partir su obra *Nunca Fuimos Modernos* (2007) ha desarrollado una crítica a las estructuras de pensamiento —sobre todo científicas— que esta Era nos entregó.

Estas ideas constituyen la base de la Modernidad, la que más allá del entendimiento corriente, corresponde en realidad a la Era que se inicia con el Renacimiento, y que rigió el devenir del conocimiento y pensamiento occidental al menos hasta ya bien entrado el siglo XX<sup>2</sup>. Es así como el temprano conocimiento científico desarrollado en torno al cuerpo humano en nuestro país, es también hijo de dicha época.

ca, y de lo cual el Museo de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile ha sido testigo privilegiado. Aquel espacio da cuenta de una estructura y funcionamiento eminentemente decimonónicos —probablemente la cúspide de la Modernidad<sup>3</sup>— donde el cuerpo humano es tratado hasta el día de hoy como un objeto de estudio que, tal como señalé anteriormente, debe ser analizado y mensurado racionalmente, con el único fin de conocer y entender su configuración y condición cada vez con mayor precisión. Puesto de otro modo, al ingresar a este lugar, el cuerpo fallecido constituye la materia primaria para una fábrica de conocimiento, por así decirlo, donde los procedimientos están articulados en una suerte de línea de producción que van desde el ingreso documentado de los cadáveres, su desmembramiento y refrigeración, posible disección, hasta una eventual transformación en piezas de museo. Así, este proceso fabril puede visualizarse como la materialización de un pensamiento; un modo de hacer para conocer los hechos del mundo, el cual sin duda trasciende este caso, y que a través de la Revolución Industrial abarcaría prácticamente todos los aspectos de la cultura occidental, y donde por cierto las actividades técnico-creativas jugarían un papel fundamental. En el ámbito de la arquitectura por ejemplo, el problema de la Modernidad ha sido elemento central de su desarrollo y debate, y conocidos son para nosotros los casos de la racionalización extrema propuesta por Neufert<sup>4</sup> y el indispensable *Modulor* de Le Corbusier<sup>5</sup>, que además corona hoy —en concreto por supuesto— el acceso a la cafetería de nuestra Facultad. Sin embargo, y pesar de que diseñadores y pensadores notables como Tomás Maldonado<sup>6</sup> dedicaron parte importante de sus vidas a estas preguntas, la discusión sobre el rol del pensamiento moderno en la constitución epistémica del diseño industrial, queda como una discusión menos popular —al menos esta ha sido mi experiencia como estudiante de la Carrera. Así, esto aparece como una cuestión especialmente problemática cuando se considera que el trabajo de los diseñadores industriales gira inevitablemente en torno al cuerpo humano y su desenvolvimiento en el mundo, por lo cual las preguntas respecto de si implícita y explícitamente entendemos el diseño y el cuerpo como cuestiones maquínicas —es decir modernas— parecen espacios de indagación creativos e intelectuales no sólo interesantes, sino también fundamentales para contribuir a un conocimiento disciplinar sobre el papel

---

<sup>3</sup> Convengamos en que el siglo XIX constituye el período en el cual los cánones de la Modernidad a los que hago referencia alcanzan su mayor esplendor, principalmente a través de la instalación del pensamiento capitalista y la Revolución Industrial que lo materializa.

---

<sup>4</sup> Ya en su decimosexta edición, el *Arte de Proyectar en Arquitectura* (1936) de Ernst Neufert, entiende la lógica de la arquitectura moderna, precisamente a partir de la racionalización técnica del cuerpo humano.

---

<sup>5</sup> La mirada del arquitecto Le Corbusier; por cierto dando cuenta de las influencias renacentistas que da Vinci y Alberti le entregaron; se sintetizó del algún modo en su escala de proporciones antropocéntrica llamada Modulor, y que fuera publicada originalmente en el libro *Le Modulor* en 1948.

---

<sup>6</sup> Más de una obra dedicó el artista y diseñador industrial argentino a este debate, y para el caso de este informe quiero hacer referencia directamente a su libro *Técnica y Cultura: El Debate Alemán Entre Bismarck y Weimar* (1979), donde a modo de compilación, se presentan miradas críticas así como optimistas sobre el impacto de la técnica moderna en los modos de vida modernos.

del diseño industrial en el desarrollo de la cultura moderna. De este modo el informe que tiene en sus manos; a través de procesos de indagación y análisis críticos, así como de experimentación creativa y su sistematización; busca dar cuenta de dichas motivaciones e interrogantes, las cuales se mueven precisamente a través de los intersticios de la técnica, la industrialidad, los entendimientos artísticos y científicos sobre el cuerpo humano; y en definitiva, en el campo de la cultura.



Figura 1: *Lección de Anatomía del Dr. Nicolaes Tulp* (1653). Rembrandt, Países Bajos.





## **2. Aspectos Estructurales**

## 2.1. Planteamiento del Problema

El proyecto que aquí presento busca preguntar si los modos que tenemos para comprender y conocer el cuerpo humano determinan la manera en cómo concebimos y practicamos el diseño industrial, y ciertamente, si dicha práctica al mismo tiempo no consiste acaso en mantener presentes y válidos —a través de la configuración material— tales modos de conocer. Dicho de otro modo, ¿si el cuerpo —en la perspectiva de la Modernidad— es visto como un elemento *maquínico*, es el diseño industrial otra pieza de este sistema, cuyo fin es precisamente articular las formas en que dichas visiones aparecen y funcionan en nuestras culturas? En ese sentido, considero que es fundamental que los diseñadores industriales de la Universidad de Chile nos hagamos este tipo de preguntas estéticas y epistémicas para contar con una base disciplinar robusta a la hora de ejercer la profesión, pues cualquier acto de diseño en las sociedades contemporáneas deja de ser banal cuando lo vemos como articulador o mediador de paradigmas que —al menos para el caso de la Modernidad— son al menos discutibles. Es decir, ¿qué significaría hacer diseño industrial fuera de los límites de la Modernidad? ¿es eso del todo posible? y ¿qué implicancias tendría para la práctica de esta moderna profesión?

Creo que para abordar estas últimas preguntas, primero hay que indagar en los espacios que nos puedan mostrar cómo el diseño industrial es, por así decirlo, una fuerza de la Modernidad. Y en ese sentido, me parece que la manera en que esta práctica tecno-creativa ha tratado —y al mismo tiempo diseñado— el cuerpo humano, ofrece un campo tremendamente fértil para preguntar (sin necesariamente responder por ahora), por estas cuestiones. Algunos debates en esta línea ya han sido desarrollados, pero en la mayoría de los casos se han quedado en el plano de lo teórico, y seguir esa lógica hubiese significado realizar una tesis, lo cual estaba fuera de mi interés, principalmente porque mi objetivo es conocer cómo la práctica del diseño participa de las cuestiones que acá voy enunciando. Así, indagar desde la misma práctica del diseño industrial sobre asuntos donde el diseño industrial podría estar involucrado, surge como un modo posible y a la vez altamente prometedor para contribuir al desarrollo disciplinar de nuestra profesión. De este modo, mi proyecto se inscribe a la modalidad de titulación denominada de *diseño experimental* —o autoral como también se

ha llamado— la cual consiste en definitiva, en utilizar los métodos propios del diseño para indagar sobre un tema o fenómeno que de alguna manera es importante para el diseño en tanto práctica —*el hacer*—o disciplina —*el saber*—, mientras que al mismo tiempo aquel proceso es informado por una discusión crítica de conceptos y teorías que pueden venir desde otros espacios disciplinares.

En tal sentido, el desarrollo de mi proyecto ha encontrado en el trabajo creativo de Vsevolod Meyerhold, Oskar Schlemmer, Sterlac, Giuseppe Penone, Revital Cohen y Camilo Anabalón, un rico espacio de referencias para el diálogo analítico sobre los modos en que el diseño industrial o la configuración tecno-material del cuerpo humano, va poniendo de manifiesto cómo la tecnología y su industrialización media en las maneras a través de las cuales nos vamos vinculando al mundo, y con ello, conociéndolo. Igualmente, las ideas planteadas por los teóricos Hal Foster en *Dioses Prostéticos* (2008), Georges Didi-Huberman en *Ser Cráneo* (2009) y Gerald Raunig en *Mil Máquinas* (2008) han sido fundamentales para poder discutir críticamente en torno a los trabajos antes nombrados, y así avanzar hacia un desarrollo creativo propio, con el fin de materializar fundadamente las interrogantes sobre las cuales descansa mi proyecto. Más aún, mi vinculación y residencia de investigación en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile, han permitido que todos estos componentes se articulen para permitirme experimentar creativa, crítica y analíticamente en torno a cómo el diseño industrial participa en el “diseño del cuerpo humano”, y cómo finalmente, aquello se circunscribe a modos de conocer que hacen época. De este modo y por lo tanto, el problema de diseño que abordo en mi proyecto de diseño queda definido como el **diseño experimental de prótesis<sup>7</sup> para percibir la propia corporalidad en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile.**

---

<sup>7</sup> Entiéndase aquí por favor que la palabra prótesis ha sido utilizada en su sentido cultural y conceptual si se quiere, más que en su acepción técnica. Si bien comprendo que en algún punto de este informe el lector o lectora pueda considerar que en lo práctico debiese utilizar la palabra *órtesis* en atención a la definición que organismos como ISO hacen al respecto, debo señalar que la discusión que mi proyecto plantea no se inscribe en un espacio técnico-clínico, y por lo tanto he buscado intencionalmente desligarme de tecnicismos finos, pues alternativamente, el campo en el cual me quiero ubicar es finalmente el de las artes y humanidades; donde el concepto de *prótesis* tiene un lugar e historia mucho más desarrollado. Ejemplo de esto, es la misma obra *Dioses Prostéticos* de Foster (2008), a la cual hago referencia más adelante.

## 2.2. Objetivo General

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 un contexto donde este último es analizado y presentado desde una perspectiva moderna.

## 2.3. Objetivos Específicos

- Conocer los modos en que el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile entiende y presenta el cuerpo humano, a través de ingresar y desarrollar una pasantía de investigación amplia en dicho lugar.
- Desarrollar una discusión bibliográfica que permita analizar conceptual y teóricamente los hallazgos que la pasantía en el Museo genere, mientras que al mismo tiempo, estos hallazgos se ponen en diálogo con las participaciones que el diseño industrial podría tener dicho debate.
- Analizar otros proyectos creativos cuyo objeto de estudio y/o desarrollo haya girado en torno a la tecno-materialización del cuerpo humano.
- Desarrollar una fase de experimentación crítica, creativa y técnica, para visualizar cómo el diseño industrial participa de las formas de entender, mutilar, y/o proyectar el cuerpo humano en la cultura moderna.
- Especular creativa y materialmente sobre los modos en que esta experimentación podría ingresar a un espacio gobernado por el paradigma moderno, como es el caso del Museo de Anatomía de la Universidad de Chile.

## 2.4. Preguntas de Investigación

¿Es posible entender el diseño industrial como una fuerza de la Modernidad cuando se estudia la relación de éste con el cuerpo humano desde una perspectiva técnica y creativa?

¿Implicaría esto además movernos hacia los dominios de la estética<sup>8</sup> y la cultura a la hora de llevar a cabo esta indagación?

¿En tal perspectiva, es el cuerpo humano un objeto de estudio que permita visualizar la racionalidad propia de la Modernidad?

¿Existe un lugar donde dicho objeto de estudio sea abordado bajo dicho paradigma, y así contar con aquel espacio como plataforma para dar inicio a esta indagación?

## 2.5. Justificación del Proyecto

El diseño industrial es sin duda una práctica cultural que ha tenido un rol protagónico en el desarrollo y devenir de las sociedades occidentales, particularmente a partir de las primeras décadas del siglo XX. Sin embargo, su cualidad práctica y productiva nos ha hecho muchas veces postergar los análisis y las indagaciones que permitan acercarnos a conocer cuál ha sido el impacto o la naturaleza de dicho rol, y más bien, hemos preferido concentrarnos en averiguar y perfeccionar las técnicas que nos ayuden a dar mejores soluciones a los problemas de la sociedad. Siendo esto último una tarea fundamental, me parece también esencial que como diseñadores de la Universidad de Chile nos lancemos al desafío de preguntarnos si las maneras en que el diseño industrial va configurando dichas soluciones, no traen consigo también modos de entender y conocer el mundo, implicando por lo tanto que el diseñar

---

<sup>8</sup> Ciertamente me refiero aquí a la rama de las humanidades encargada de estudiar la noción de belleza en las culturas, así como los modos de percibir sensiblemente el mundo; y en ningún caso quiero hacer referencia a la acepción coloquial de este término que se asocia sólo a la apariencia cosmética de las cosas.

industrialmente, por así decirlo, consista también en un modo de mantenernos dentro de tales paradigmas. Así, para el caso de este proyecto en particular, he visto en el cuerpo humano y en los modos en que el diseño industrial permite *sostenerlo, desmembrarlo y situarlo* en el mundo a través del concepto de prótesis —el cual abordo aquí no en su sentido literal necesariamente, ni tampoco en su acepción técnica, sino en tanto idea cultural y humanista

que lo comprende como los artefactos o máquinas que median en la forma a través de la cual el cuerpo se instala y aprehende el mundo— un espacio de indagación adecuado para iniciar un camino guiado por tales desafíos.

De este modo, me parece que esta línea de trabajo indagatoria y experimental es absolutamente complementaria a otras de carácter aplicado que se han ido fortaleciendo en nuestra Facultad, pues en conjunto permitirían dar cuenta de un entendimiento más integral de lo que significa hacer y conocer desde el diseño industrial, potenciando así el desarrollo de la disciplina en la Universidad de Chile. Tal complementariedad podría al mismo tiempo hacernos partícipes de una discusión internacional respecto del futuro del diseño industrial, la cual en algunos países más desarrollados lleva casi dos décadas<sup>9</sup>, y que ha avanzado precisamente por caminos especulativos y de experimentación alrededor del rol cultural los objetos diseñados. Paralelamente, permitiría además expandir los alcances transdisciplinarios del diseño industrial, abriendo también caminos hacia las artes y las humanidades, y hacia el estudio y resguardo del patrimonio científico<sup>10</sup> de nuestra casa de estudios y del país completo.

## 2.6. Metodología

Este proyecto de carácter experimental ha sido guiado por una condición creativa de naturaleza emergente; es decir, han sido los hallazgos de las diversas acciones y fases, los que han determinado la forma y dirección a través de la cual el proyecto continúa. Esta forma de trabajo está lejos de ser una actividad ajena al desarrollo académico en general y al del diseño en particular, y ha sido ampliamente discutida en publicaciones como *Design Research* de Brenda Laurel (2003) —particularmen-

---

<sup>9</sup> Me permito nombrar aquí el trabajo que los diseñadores y académicos británicos, Anthony Dunne y Fiona Raby, han venido haciendo por más de quince años, y que ha sido publicado en libros como *Hertzian Tales: Electronic Products, Aesthetic Experience, and Critical Design* (2005) y *Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming* (2013), mientras que al mismo tiempo dirigían el afamado programa *Design Interactions* del Royal College of Arts de Londres y llevaban una práctica altamente reconocida a través de su estudio *Dunne & Raby*. Del mismo modo es pertinente nombrar el *HyperWerk: Institute for Postindustrial Design* de la Universidad de Ciencias y Artes Aplicadas de Suiza, el cual sigue una lógica de indagación experimental similar a la mía, así como también el programa *Industrial Design 2* de la Universidad de Artes Aplicadas de Viena —y que hoy dirige la mismísima Fiona Raby— el cual se hace preguntas en la perspectiva en la que propongo avanzar.

---

<sup>10</sup> El 20 de enero de 2016, el Diario Oficial publicó que el anfiteatro del Museo de Anatomía de la Universidad de Chile junto con las piezas que conforman su colección, fueron embestidos con la categoría de Monumento Nacional por el Consejo de Monumentos Nacionales.

te en su capítulo *Speculation, Serendipity, and Studio Anybody* de Lisa Grocott (2003)—, *Practice-led Research, Research-led Practice in the Creative Arts* de Hazel Smith y Roger Dean (2009), y por supuesto, en los libros de los diseñadores y académicos británicos, Anthony Dunne y Fiona Raby, *Hertzian Tales: Electronic Products, Aesthetic Experience, and Critical Design* (Dunne, 2005) y *Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming* (Dunne y Raby, 2013). En todos estos casos, se presentan ejemplos y discusiones donde el trabajo de investigación gira en torno a aspectos de la cultura y la sociedad, se funden con la especulación guiada por los hallazgos y la condición autoral propia de una indagación creativa.

En suma, y en lo particular, *Lección de Anatomía* avanza inicialmente por una *fase exploratoria* que en primer lugar me llevó a desarrollar una (a) pasantía en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile, donde puede explorar empírica y sensorialmente los modos de existencia de la relación cuerpo-máquina en un contexto fuertemente condicionado por el paradigma de la Modernidad, en su sentido temporal amplio. Luego, en una segunda etapa, los hallazgos de dicha experiencia se sometieron a un diálogo crítico a través de un proceso de (b) discusión bibliográfica que me invitó a sumergirme en un viaje a través del origen y evolución histórica de la cuestión del cuerpo maquinizado. Más allá, la suma y cuestionamiento en torno a las dos actividades previas, me llevó a diseñar una (c) tipología de referentes para analizar seis proyectos creativos donde pude visualizar las interrogantes que iban guiando mi trabajo. Así, finalmente, pude avanzar hacia una *fase de creación* que estuvo constituida por tres etapas; una (d) experimentación inicial, a través de la cual comencé la búsqueda respecto de las posibilidades formales y conceptuales hacia donde mi idea de *prótesis para percibir la propia corporalidad* podría avanzar; una (e) experimentación intermedia, donde las posibilidades anteriores se refinaron y encontraron un desarrollo técnico para ser posteriormente prototipadas y evaluadas sistemáticamente en un “entorno de laboratorio”; y por último una (f) experimentación final, donde los prototipos seleccionados de la etapa anterior se llevaron al mismo Museo de Anatomía para realizar una serie de pruebas *in-situ* con visitantes, para posteriormente desarrollar un proceso y concluir con un diseño especulativo de esta *prótesis para percibir la propia corporalidad* y su posterior fabricación. De ahí en más, este informe presenta las conclusiones que el proceso de diseño

en su totalidad —desde la (a) pasantía a la (f) fabricación— permiten establecer, y que en honor al carácter experimental del proyecto, deben entenderse más bien como proyecciones, pues incluso hacia el cierre de mi trabajo, sería erróneo hablar de hechos concluyentes, y más bien corresponde apuntar hacia la existencia de nuevas posibilidades de exploración para el diseño industrial; que es al final de cuentas una de las motivaciones que me llevaron a desarrollar mi proyecto de título del modo en que estas páginas lo presentan.

### **3. Fase Exploratoria**

## 3.1. Residencia en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile

### 3.1.1. El Museo de Anatomía de la Universidad de Chile: historia y contexto institucional.

El Museo de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile tiene su acceso principal por avenida Profesor Alberto Zañartu 1130, en la comuna de Independencia. Más concretamente, el Museo se encuentra en el edificio que alberga el histórico Anfiteatro de Anatomía de la Universidad, el cual fue construido hacia 1918 en la actual Facultad de Medicina, lugar que le otorga un ambiente académico y carácter investigativo (Figuras 2, 3 y 4). El sector en el cual el museo se circunscribe, es conocido popularmente como La Chimba, donde además se encuentran —en otras instituciones— el Hospital San José, el Hospital Clínico de la Universidad de Chile, el Hospital Oncológico, el Instituto Medico Legal, el Cementerio General y el Cementerio Católico. Aquí, el cuerpo humano se presenta en distintas condiciones; por un lado, un cuerpo enfermo y dañado; por el otro, un cuerpo muerto y sepultado; y finalmente, dentro del Museo de Anatomía, el cuerpo se presenta como material para la investigación y la exhibición.



Figura 2: Construcción del Museo de Anatomía [ca. 1918]. Santiago, Chile. (Imagen cortesía Dr. Julio Cárdenas).



Figuras 3 y 4: Construcción del Museo de Anatomía [ca. 1918]. Santiago, Chile. (Imágenes cortesía Dr. Julio Cárdenas).

### 3.1.2. Pasantía de investigación y creación en el Museo de Anatomía.

El Museo de Anatomía es un lugar diseñado, una institución con una determinada arquitectura, con objetos, cosas, aparatos, herramientas, categorías, etc. Más que propiamente la sala de exhibición; la cual cuenta con una cantidad de vitrinas, estantes y pedestales que muestran al visitante diferentes osamentas óseas, órganos conservados con distintas técnicas, articulaciones y cuerpos disecados —entre otras cosas— el museo se configura por una serie de lugares y objetos que dan cuenta de la materialización del pensamiento científico de una época determinada (Figuras 5, 6 y 7).



Figura 5: Parte de la colección Museo de Anatomía. Santiago, Chile. (Imagen de archivo personal).



Figuras 6 y 7: Parte de la colección Museo de Anatomía. Santiago, Chile. (Imagen de archivo personal).

En esta institución, parte de la metodología de investigación se basa en un acercamiento práctico hacia el objeto de estudio, por lo que el aprendizaje se efectúa en pabellones, por medio del cuerpo cadavérico. Por ese motivo, la preparación del material, es decir los cadáveres, se realiza en este mismo lugar. Los cuerpos llegan al museo por medio de la donación de personas naturales, las que en vida firman una declaración jurada donando su cuerpo para la docencia e investigación dentro del *Programa de Anatomía y Biología del Desarrollo* de la Universidad de Chile (Figura 8). Una vez ingresado el cuerpo a la institución, éste se evalúa, y dependiendo del estado de conservación y de la disponibilidad de cadáveres dentro del museo, se trabaja para su *plasticinación* o bien para rescatar partes de él —articulaciones y sus osamentas óseas. Para este trabajo existe un lugar en el zócalo del edificio llamado

*Osteoteca*, taller completamente abastecido de herramientas; sierras manuales, alicates, lijas, brochas, caladoras eléctricas, sierra circular, etc; donde el cuerpo es trabajado como cualquier otro material. Sin embargo, existe una excepción en este repertorio de equipamiento, que da cuenta de la particularidad de los procedimientos llevados a cabo en este espacio; en un costado del taller se encuentra una olla a presión de grandes dimensiones, en la cual hierven, a elevadas temperaturas, cadáveres enteros para posteriormente armar esqueletos (Figuras 9, 10 y 11).

El Museo de Anatomía posee una de las más importantes colecciones de fetos. Ubicada en el subterráneo, la sala de *Teratología* tiene para la exhibición académica una colección de más de cincuenta fetos. Dispuestos en estantes, dentro de campanas de

UNIVERSIDAD DE CHILE – FACULTAD DE MEDICINA  
Instituto de Ciencias Biológicas  
Programa de Anatomía y Biología del Desarrollo

**CONSTANCIA**

Con fecha 16 de Noviembre de 2013, se recibe el cuerpo de la Señora Ma. [REDACTED], fallecida el 15 de Noviembre del presente año a las 22:50 pm tal como consta en el certificado de defunción. La Señora [REDACTED] expresó en vida su voluntad de donar su cuerpo una vez fallecida a la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Habiendo otorgado su aquiescencia los familiares directos y en conformidad con la voluntad del donante, se recibe el cuerpo en las dependencias de la Unidad de Anatomía Normal del Programa de Anatomía y Biología del Desarrollo (Instituto de Anatomía), de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile (cuyo domicilio corresponde a Calle Zañartu 1150, comuna de Independencia), para su ulterior conservación y empleo en virtud de las disposiciones reglamentarias vigentes que rigen respecto de la utilización de cadáveres para docencia e investigación científica.

Desde el momento de su recepción, la Universidad de Chile adquiere la tuición del cuerpo, desligando de toda responsabilidad a los familiares y/o a la Institución desde donde proviene el occiso.

Los abajo firmantes dan fe de su traslado a las dependencias del Instituto de Anatomía y en las condiciones estipuladas anteriormente.

Familiar a Cargo  
Rut: [REDACTED]

Prof. T.M. Miguel Soto Vidar, M.Cs  
Académico Jefe de Laboratorio  
Encargado Programa Donación Cuerpos  
Unidad Anatomía Normal

Santiago, 18 de Noviembre de 2013.-

Av. Independencia 1027, casilla 70079 correo 7 Santiago-CHILE - Fono: 56-2-4784088 - Fax: 56-2- 755 7064  
mcampon@anatomia.med.uchile.cl

Figura 8: Ficha constancia ingreso cadaver al Museo de Anatomía. Santiago, Chile. (Imagen de archivo personal).



Figura 9: Osteoteca del Museo de Anatomía. Santiago, Chile. (Imagen de archivo personal).

vidrio, los fetos presentan distintos tipos de malformaciones; entre los que se pueden reconocer cíclopes, con extremidades inferiores unidas —*sirenas*—, con grandes malformaciones, paladar fisurado, ausencia de órganos o ausencia de partes corporales y una variada cantidad de siameses que se encuentran unidos por diferentes partes del cuerpo (Figura 12).

El material que se utiliza para investigaciones académicas, disponible para su observación y manipulación, se encuentra en la sala de *Colecciones Anatómicas*, frente a la sala de *Teratología*. Este lugar de tamaño más reducido en comparación a la sala de exhibición, posee una gran cantidad de material anatómico. Sus muros están principalmente cubiertos por estantes donde se pueden observar partes de la estructura humana que aún conservan la musculatura; como tórax, pelvis, articulación



Figuras 10 y 11: Osteoteca del Museo de Anatomía. Santiago, Chile. (Imagen de archivo personal).



Figura 12: Campanas sala de *Teratología* del Museo de Anatomía. Santiago, Chile. (Imagen de archivo personal).



Figuras 13 y 14: Sala de *Colecciones Anatómicas* del Museo de Anatomía. Santiago, Chile. (Imagen de archivo personal).

de brazos, manos, rodillas y pies; además de órganos, en su mayoría hígados, riñones, corazones —con diferente tipos de cortes, frontal, lateral, longitudinal—, y pulmones. También posee una gran cantidad de esqueletos y osamentas óseas; por sobre todo cráneos y columnas vertebrales (Figuras 13 y 14).

Finalmente se encuentra el *Anfiteatro de Anatomía*, edificación que dio origen al actual Instituto de Anatomía de la Facultad de Medicina. El anfiteatro es donde históricamente se dictaba la cátedra central sobre anatomía, el cual posee una arquitectura y diseño que nos remite a los orígenes de la disciplina —cuestión que desarrollaré más adelante—, y además, presenta a la vista elementos que complementan el contenido de las clases; como en primer lugar una gran mesa central en la cual se posaba el cadáver para su disección a la vista de los asistentes, y



Figuras 15 y 16: Anfiteatro del Museo de Anatomía. Santiago, Chile. (Imagen de archivo personal).

en segundo lugar —y no menos importante— dos grandes cuadros anatómicos que muestran ilustraciones de las partes del cuerpo (Figuras 15 y 16). El museo posee una colección de cuatrocientos setenta y cinco cuadros anatómicos que se encuentran en la llamada sala de cuadros, ubicada en el subsuelo del anfiteatro, bajo las butacas (Figura 17). Este material gráfico y el material cadavérico son los recursos que apoyan la enseñanza de la anatomía desde un punto de vista empírico.



Figura 17: Colección de cuadros anatómicos del Museo de Anatomía. Santiago, Chile. (Imagen de archivo personal).

### 3.1.3. Experiencia con la columna vertebral

La residencia en el Museo de Anatomía, permitió que el proyecto se introdujera en un contexto que en primera instancia parecía distante al campo del diseño industrial. Sin embargo, al pasar el tiempo, observando y manipulando partes y piezas, ese lugar ya no era tan ajeno. Durante mi experiencia en el museo, vislumbré una suerte de emparentamiento entre los procesos de sistematización que realiza el museo durante el manejo del material cadavérico, con las líneas de producción industrial; y particularmente las semejanzas mecánicas presentes entre el cuerpo humano y la máquina artificial. De ahí nace mi interés por los aspectos físico-mecánicos de la columna vertebral, pieza ósea que permitiría *vehiculizar* la cuestión de la máquina en el ser humano.

En este punto haré referencia a la exploración empírica que llevé a cabo durante la pasantía en el Museo de Anatomía con la columna vertebral, en tanto objeto de estudio inicial. Esto fue posible gracias a la gentileza del museo, que me facilitó un ejemplar de dicha pieza ósea, bajo el compromiso de trabajar con ella sólo con fines académicos. Ahora bien, para evidenciar de manera explícita la cualidad empírica y experiencial de dicho proceso, los siguientes párrafos serán narrados en primera persona y en tono subjetivo.

NOVIEMBRE - DICIEMBRE DE 2013

Mi interés particular radica en la observación y estudio de esta estructura ósea por sí sola, considerándola; para los fines de mi indagación; como una pieza mecánica independiente. Ahí se encuentra el punto de partida desde el cual pretendo hacer un vínculo con la máquina. He tenido la oportunidad de manipular una columna vertebral, experiencia que ha sido elemental para comprender la compleja estructura que ésta conforma.

De color blanco amarillento con superficie desigual, la columna se me presenta como una larga estructura formada por partes superpuestas. Las vértebras se encuentran unidas por un eje de alambre para mantener su posición original; de otra manera no podría manipular la columna como sistema unificado.

Al tomarla se siente ligera, en contraste a lo que imaginaba dado el volumen que posee. Observando más en detalle puedo notar los poros del interior del hueso, que esta formado por una estructura que parece una esponja y que hacia el exterior de la vértebra se vuelve macizo. Su imperfecta superficie da una textura áspera al tacto, sin embargo, se notan zonas más porosas que otras.

Me la acerco y la huelo. Tiene un olor peculiar que me es agradable. Suave, fino, me recuerda el olor de las hojas de un libro antiguo, a madera seca y concha de mar. Jamás pensaría que alguien podría oler así.

La vértebra es orgánicamente semejante, con esto quiero decir que si trazo un eje transversal en la vértebra, ambas partes son asimétricas, sin embargo, guarda una proporción armónica. En su composición, como unidad, cada una es distinta a su adyacente, el tamaño va aumentando de un extremo a otro.

Cuando la manipulo, la columna va adoptando distintas posiciones dependiendo del eje en cual la dispongo. Al tomarla desde su cuerpo redondeado la columna queda rígida, horizontal al suelo, con una leve curvatura que insinúa su postura original en el cuerpo humano. Las protuberancias que sobresalen de la vértebra por su lado posterior se ensamblan perfectamente una sobre otra, impidiendo una mayor flexión. De otra manera resulta cuando la tomo por el lado contrario. En ese momento la columna se dobla formando una semi-circunferencia sin mayor dificultad.

La agarro de cada uno de sus extremos y la tuerzo. Como un espiral, la columna va adoptando una forma helicoidal. Con calces perfectos entre vértebras cada pieza tiene una leve libertad de giro, lo que hace que su torsión se vea armónica. A pesar de que cada pieza parezca imperfecta, tosca, asimétrica y rugosa, la pieza reconoce a su cara adyacente formando un ensamble preciso, lo que la hace adoptar una posición única al componer la columna.

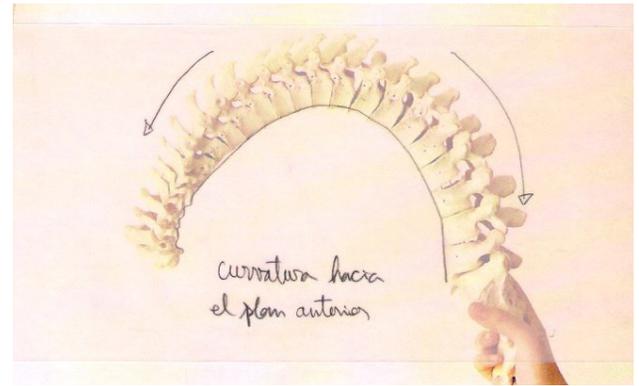
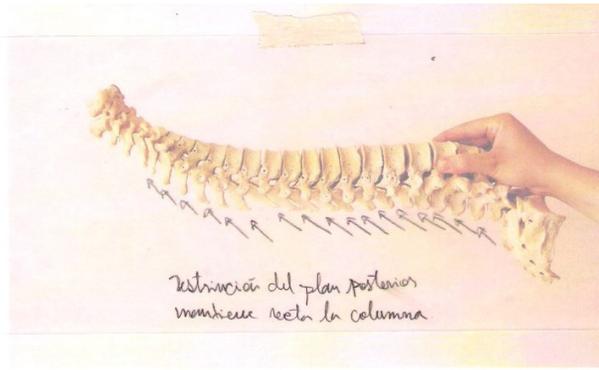
He notado que entre piezas adyacentes la variación en cuanto a forma y tamaño es muy sutil. Sin embargo, al hacer un cambio en el orden de las piezas su ensamble no es del todo preciso. Es relevante su posición para un buen acoplamiento. Quizás no queda del todo claro esta comparación a través de las fotos que expongo a continuación, pero a pesar de eso me gustaría dejar en claro que al estar en contacto directo con la columna, observarla y tocar cada pieza, la experiencia hace notar tal diferencia.

La columna es una estructura de fácil articulación cuando se manipula en conjunto, pero al tomar dos piezas y ensamblarlas, el juego entre éstas se percibe en menor grado. Con más de tres piezas se comienza a observar las inclinaciones del movimiento articulado.

Al descomponer la columna en sus partes, se distinguen siete tipos de piezas. Es fácil distinguir tres clases de vértebras que mantienen la esencia de la forma. Tienen variaciones en tamaño del cuerpo cilíndrico, y en la extensión y grosor de las protuberancias.

Existen tres piezas atípicas al resto de las vértebras. Dos de ellas actúan en conjunto, son las llamadas Atlas y Axis. El Atlas es la primera pieza de la columna. Parece que estuviera incompleta ya que tiene forma de aro. Posee una zona más ancha que otra, en donde se apoya la protuberancia del Axis y permite el giro. El Axis es similar al tamaño y forma del Atlas, sólo que esta pieza posee la protuberancia típica del resto de vértebras y una transversal que se introduce en el Atlas y permite la articulación.

El Sacro es la pieza de mayor tamaño de la columna. Tiene una forma piramidal, comenzando por una sección muy gruesa que se ajusta a la superficie de la vértebra más grande, y termina en punta para empalmar en el Cosis. El Sacro tiene un canal interno, que va desde los extremos y está unido con las ocho perforaciones que tiene en la superficie.



Figuras 18 y 19: Exploración con Columna Vertebral (2013), Bárbara Echaíz Bielitz. Santiago, Chile.

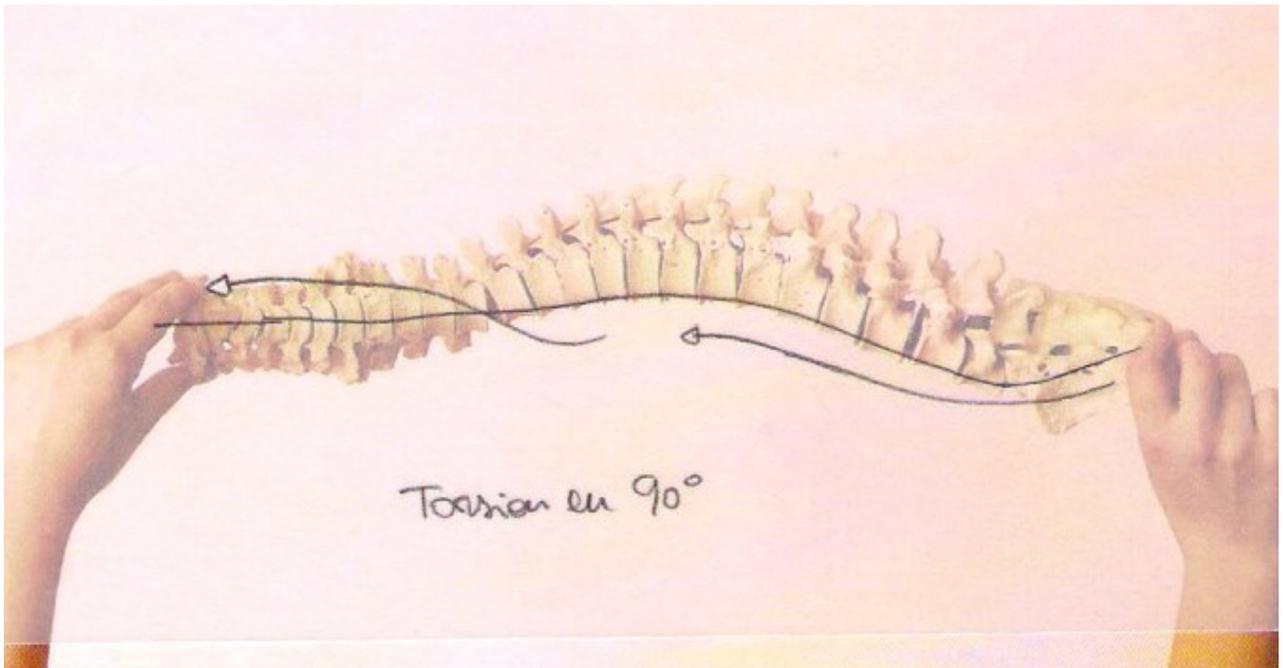
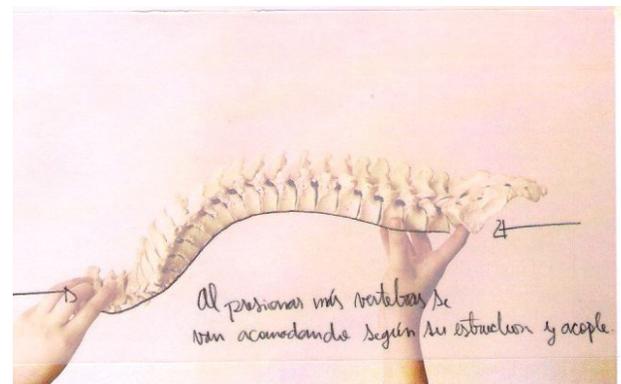
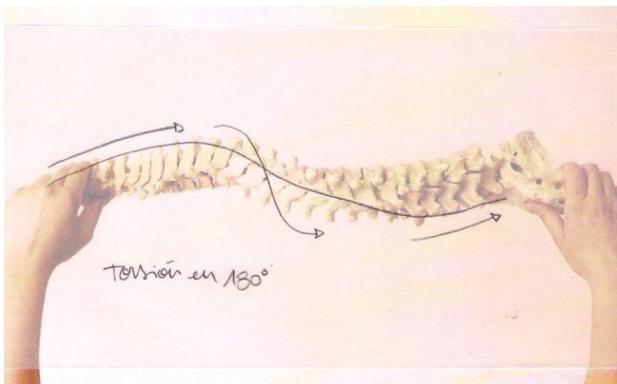
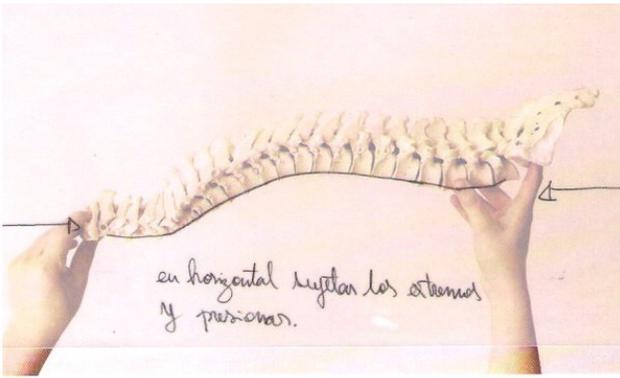


Figura 20: Exploración con Columna Vertebral (2013), Bárbara Echaíz Bielitz. Santiago, Chile.



Figuras 21 y 22: Exploración con Columna Vertebral (2013), Bárbara Echaíz Bielitz. Santiago, Chile.



Figuras 23 y 24: Exploración con Columna Vertebral (2013), Bárbara Echaíz Bielitz. Santiago, Chile..



Figura 25: Exploración con Columna Vertebral (2013), Bárbara Echaíz Bielitz. Santiago, Chile..

## 3.2. Discusión Bibliográfica

### 3.2.1. Estudios de anatomía desde el Renacimiento al siglo XX.

Compuesto por pabellones, salas y oficinas, el Museo de Anatomía posee el anfiteatro anatómico más antiguo de Chile. Inaugurado en 1922, su peculiar arquitectura panóptica nos da cuenta del modelo de aprendizaje que se instauró en conjunto al desarrollo de la anatomía académica (Ara, 1956). Pedro Ara, médico anatómico español, nos habla sobre el origen de la anatomía como disciplina científica en su libro *El nacimiento de la moderna medicina: Vesalio*. Según nos dice Ara, las ideas humanísticas hicieron surgir un nuevo pensamiento crítico renacentista, el cual se oponía a las de autoridades clásicas —haciendo alusión a los estudios realizados por Galeno en el ámbito de la medicina— impulsando el cuestionamiento y la búsqueda de la verdad. Por esta razón define al Renacimiento como:

“En [una] época tan llena de luz meridional, con el más puro helenismo, resurge la preocupación por el cuerpo humano, por la belleza y por la gloria, y todo lo poetiza el amor a la naturaleza: hasta el nauseabundo espectáculo de aquellas simplísimas disecciones de cadáveres”. (Ara, 1956, p. 15)

El desarrollo de la anatomía, hasta ese entonces, se había visto frenada a partir del “mil trescientos por la bula del Papa Bonifacio VIII *De sepulturis* excomulgando a quienes disecaran los cadáveres humanos o prepararan sus huesos para facilitar su uso” (Ara, 1956, p. 13). Durante un siglo, nos cuenta Ara, se anatomizó clandestinamente hasta que Sixto IV deshizo la bula pontificia autorizando las autopsias. Bajo este contexto es que Andreas Vesalio inicia su exploración anatómica; este joven estudiante de medicina originario de Bruselas, heredero de antepasados destacados en el ámbito de la medicina, se empeña en conseguir cadáveres para hacer práctica su investigación anatómica durante su instancia universitaria en París. Fue así como a través de incursiones clandestinas al cerro de Mont Faucont y al Cementerio de los Inocentes en búsqueda de cadáveres, y el particular hallazgo del cuerpo de un criminal que colgaba de la horca, es que Vesalio comienza sus comprobaciones en oposición al dogma galénico (Guerrino, 1955).

Vesalio prontamente se destacó en las disecciones anatómicas que realizó para sus discípulos en Padua. Su desempeño como disector lo hizo llegar a mayor exactitud en cuanto a las composiciones anatómicas encontradas en el cuerpo humano, por ejemplo, en cuanto a la exposición de las vísceras y la preparación de los músculos de la mano, “a lo que ninguno [otro medico] había llegado” (Ara, 1956, p. 22). Hacia 1539 es contratado por la Universidad de Padua como catedrático de cirugía, desempeñando un laborioso trabajo tras sus disecciones anatómicas, sin dejar lugar a la duda. Vesalio documenta mediante escritos e imágenes lo que ocurre durante en la lección de anatomía. Su trabajo de investigación dio origen a sus primeras obras, entre las cuales destaca; las *Tabulae Anatomicae* publicadas en 1538 en Venecia; y como nos cuenta Ara, en el prólogo Vesalio hace referencia a que el contenido de “sus láminas no hay ni una línea que no responda a la realidad mostrada a sus alumnos en Padua” (Ara, 1956, p. 31). Tras sus continuos hallazgos en la anatomía, el cirujano belga realiza su obra culmine:

“*De humani corporis fabrica libri septem*, Basiliae, 1543, folio: consisting of 6 unnumbered and 659 numbered leaves and 18 leaves of index, and profusely illustrated with woodcuts of rare excellence, there issued about the same time from the same press of Johann Herpst or Oporinus, an abstract or introduction entitled *de humani corporis fabrica librorum septium Epitome*, folio, consisting of 14 leaves, and also finely illustrated.” (Stirling Maxwell, 1874, p. 5)

Esta obra es un antecedente del cambio en el modo de generar conocimiento, es decir, el giro que se produce en la intencionalidad hacia el objeto de estudio. La investigación que elaboró Vesalio reformaría el estudio de la anatomía, no sólo por el contenido descriptivo y analítico que realiza refutando a Galeno con cada observación anatómica, sino que también, porque Vesalio recurre al arte del grabado para representar el cuerpo del ser humano. De las manos Jan Van Kalkar, discípulo de Tiziano, se hizo imagen la ciencia anatómica, y según el mismo catedrático de Padua estas “representaciones [son] tan fieles de los diversos órganos que parecen poner un cuerpo disecado frente a los ojos de aquellos que estudian las obras de la Naturaleza” (Saint-Cyr, 2013, p. 105).

De esta manera la obra de Andreas Vesalio se proclama, en palabras de Ara, “el nacimiento de la moderna anatomía, la consagración del método fundamental renovador de la Medicina y de su enseñanza, y lo que es más grande y fecundo: la declaración de independencia del pensamiento científico” (Ara, 1956, p. 40).

### **3.2.1.1. La anatomía en el Arte a partir del Renacimiento.**

La representación del cuerpo; en su composición, forma y destreza; se vio fuertemente desarrollada durante el Renacimiento. Este movimiento impulsado por ideas humanistas retoma pensamientos de culturas clásicas, modificando la concepción en la reacción entre el ser humano y el mundo, instaurando así el culto al cuerpo en la cultura de la época (Ara, 1956).

Un claro ejemplo de esto se ve reflejado en lo desarrollado en manos del inquieto Leonardo, quien en su admiración por la naturaleza exploró el cuerpo humano para un mejor manejo de las artes. Da Vinci vio en el hombre la representación más noble del mundo y por este motivo estudió, quizá más que cualquier otro en su época, los misterios más profundos del cuerpo humano.

Durante sus exploraciones en el cuerpo humano, Leonardo ejecuta detalladas descripciones tanto de la morfología como de su mecánica, pues para él, es impensable que un artista no conozca como funciona el cuerpo. Así da Vinci expresa: “[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” (Chiancone, 1957, p. 85).

Una maravillosa máquina humana es la forma en que da Vinci se refiere a la anatomía del cuerpo. Cautivado por su belleza, simpleza, exactitud y perfección, no existe para él alguna invención creada por el ingenio humano que pueda superarla (Chiancone, 1957). En los estudios que realizó sobre el cuerpo, analizando sus movimientos y sus articulaciones, Leonardo vio la mecánica; la ciencia que permite a todo cuerpo animado realizar sus operaciones móviles. De esta manera da Vinci hace referencia a que “[s]ólo la Mecánica explica

de qué modo todos los cuerpos animados realizan los actos indicadores de las intenciones del alma”. (Chiancone, p. 85)

Leonardo encontró en el cuerpo humano la mecánica pura. Vorazmente se internó en los tejidos, en la piel, entre órganos; cortando, dibujando, examinando cada componente. Como un *canibal* devoró a su semejante, procesando todo respecto a su composición, explorando y entendiendo, para luego traducir a un lenguaje técnico, que le permitió diseñar las más fantásticas máquinas artificiales. Da Vinci se hizo articulación, se hizo corazón, cráneo, pulmón, se hizo parte del cuerpo para sentirse como pieza y funcionar en ella.

Otro claro ejemplo de esta búsqueda de la verdad a través de cuerpo humano, pero esta vez con una gran influencia de los desarrollos científicos de la época, se refleja en la obra del artista holandés Rembrandt Harmenszoon van Rijn. Sus pinturas, grabados y dibujos dan cuenta de las constantes exploraciones en diversas fuentes naturales, y en especial atención al género humano. Su insistente observación “equivalente a los desarrollos científicos de la Europa occidental y a la actitud empírica reflejada en la opinión del gran anatomista Vesalio, de que el estudio adecuado de la humanidad es el hombre” (Elsen, 1971, p. 215).

Esta visión fija el interés de Rembrandt, lo que lo lleva a incursionar en el ambiente científico e incluso a concurrir a los consejos de médicos holandeses (Elsen, 1971). Así fue como el artista recibe el encargo del Gremio de Cirujanos de Ámsterdam en 1632 para retratar a su director, el profesor Dr. Nicolaes Tulp, en una lección de anatomía las que eran de gran novedad y muy concurridas en esa época (Bockemühl, 2003).

En esta obra se observa la presencia de un grupo de siete estudiantes junto al profesor Tulp, quienes se encuentran agrupados alrededor del cadáver –*subjectum anatomicum*. El cirujano, quien se encuentra más cerca y se caracteriza por una vestimenta distintiva, levanta con unas pinzas los tendones del brazo izquierdo del cadáver, mientras, quizás, fija su mirada al público expectante. Lo paradójico es que sus alumnos, participantes de la disección, no miran el cadáver; la mirada del alumno al centro del cuadro penetra directamente hacia la

presencia del espectador, quien contempla la obra, de igual manera que el alumno de pie al fondo; mientras que las tres miradas del centro prestan suma atención al gran atlas del cuerpo humano que yace en los pies del cuerpo cadavérico. En suma, de los integrantes de la disección ninguno ve el objeto que por excelencia sería de estudio, “el cadáver es un objeto para ver pero que nadie ve” (Saint-Cyr, 2013, p. 106).

El profesor Tulp quiso ser immortalizado realizando una disección del antebrazo y la mano, cuestión que causa interés ya que en ese entonces, pues, las autopsias tienen un orden cronológico para proceder a la abertura del cuerpo; “toda lección de anatomía comenzaba por la disección del vientre, continuaba por el tórax, la cavidad craneana y no era sino al final que se enseñaba la disección de los miembros” (Saint-Cyr, 2013, p. 106). Es así como Rembrandt hizo la *Lección de Anatomía del Dr. Tulp*, mostrando al médico cirujano explicando los aspectos funcionales de la extremidad superior, al igual que lo hizo Andreas Vesalio en el frontispicio interior de su obra culmine *De Humani Corporis Fabrica* (Saint-Cyr, 2013).

Este lienzo es un vestigio no sólo de las formas artísticas de representación o de investigación científica del Renacimiento, sino que también podemos evidenciar como se va forjando la mirada hacia una modernidad. El entendimiento del hombre, la mirada, se instaura a medida de lo que el hombre logra ver, aquella mirada va de la mano de los aparatos técnicos que acompañan tales acontecimientos. Como es en este caso la técnica y el desarrollo de la anatomía.

### **3.2.1.2. El modelo cartesiano del cuerpo.**

Los adelantos científicos que se desarrollaron durante el siglo XVII, impulsados tras los descubrimientos en diversas ciencias —matemáticas, física, astronomía, medicina, entre otros—, sentaron las bases de la ciencia moderna. Nuevos conocimientos dejaban atrás Eras de oscuridad intelectual, abriendo camino a la llamada revolución científica, y de la mano, a sus nuevas tecnologías. Como se comentó anteriormente, la obra de Andreas Vesalio marca un antes y después sobre los conocimientos acerca del cuerpo humano, que impulsará más adelante el desarrollo de la medicina moderna. Este hecho es un claro ejemplo de los

cambios paradigmáticos de la época. Contemporáneo a él, tenemos a un destacado filósofo, físico y matemático francés, René Descartes. Reconocido por su *Discours de la Méthode* (1637) y por sus modelos matemáticos y geométricos, es quien desde el estudio de las ciencias exactas se ve atraído por el entendimiento del ser humano.

Descartes desde joven muestra un interés por responder los fenómenos naturales. Realiza incipientes investigaciones en la física de la música e incursiona en la astronomía, lo que lo ayudan a publicar en 1633 *Monde ou Traité de la Lumière*, pero que en el se encuentra también el *Traité de l'homme*. En éste tratado, Descartes se interesa por los estudios anatómicos, poniendo al hombre como elemento fundamental para el entendimiento de la naturaleza (Álvarez y Martínez, 2000).

Lo que nos interesa destacar de *Traité de l'homme*, son los modos de ver de la época, que se vinculan directamente con los adelantos tecnológicos presentes y desarrollados en los inicios de la Modernidad. De esta manera se puede ver que la descripción del cuerpo humano que realiza Descartes, es por medio de funciones y procesos de las partes y órganos del cuerpo. Más precisamente Edna Suárez, biología e historiados de las ciencias y tecnología, nos habla que Descartes por analogía a la máquina intenta explicar la estructura y el funcionamiento del organismo; es más, afirma que “la idea del organismo-máquina se considera central para entender la llamada revolución científica” (Suárez, 2000, p 138).

Suárez nos entrega una descripción que el mismo Descartes realiza sobre el aparato digestivo en el *Traité de l'homme*. En el describe procesos de digestión humana dividiendo las partes del sistema, comparando la función de los órganos con modelos de tecnología presentes en esa época:

“En primer lugar, los alimentos se digieren en el estómago de esta máquina por la acción de ciertos líquidos que, deslizándose entre las partes que integran los alimentos, los separan, agitan y calientan de igual modo que lo hace el agua común al mezclarse con las partes de la cal viva o el aguafuerte con las de los metales. Considérese, además, que estos líquidos, siendo transportados muy rápidamente desde el corazón a través de las

arterias, como más adelante explicaré, conservan una alta temperatura, y también que los alimentos son de una naturaleza tal que de ordinario podrían corromperse y recalentarse solos, tal como acontece con el heno en el granero cuando se prensa antes de que se haya secado [...]. Sépase que la agitación que sufren las pequeñas partículas de estos alimentos al calentarse, unidas a la del estómago, así como a la de los intestinos y a la disposición de los pequeños filamentos de los que se componen, dan lugar que a medida que se digieren los alimentos, desciendan poco a poco hacia el conducto por el que deberán salir las partes más gruesas: sin embargo, las partes más sutiles y más agitadas encuentran aquí y allá una infinidad de pequeños orificios a través de los cuales alcanzan las ramificaciones de una gran vena que los transporta hacia el hígado, siendo el reducido tamaño de estos orificios lo único que produce su separación de las partes más gruesas. Todo sucede como cuando se cierne la harina en un cedazo: la más fina cae y sólo la reducida dimensión de sus orificios impide el paso del salvado” (Súarez, 2000, p 141).

Con este ejemplo Súarez señala que la descripción de Descartes, en primer lugar, hace referencia a los elementos orgánicos propios del cuerpo en relación a elementos artificiales, como también, los procesos —digestivos en este caso— son ejemplificados con ejecuciones análogas a la realidad práctica del hombre. Sin embargo, también se observa que la forma de análisis que hace Descartes sobre el sistema es a través de la descomposición de las partes. El método cartesiano instauró la *visión mecanicista* por medio de la sistematización en el modo de pensar, secciona el cuerpo para así comprender sus funciones y procesos, cual máquina es entendida a partir de la des-configuración de sus partes y piezas.

Es interesante establecer en este punto la pregunta de la relación entre el cuerpo y la máquina, o mejor dicho, entre lo corporal y lo maquínico durante la modernidad, pues, como lo señala Súarez “la relación entre la ciencia y la tecnología no se reduce a la noción trivial de la aplicación del conocimiento” (2000, p 144), es decir, que los saberes se materializan. La máquina —o la maquinaria— es parte integral de los adelantos tecnológicos, de los conocimientos y descubrimientos del hombre. Es a partir del método cartesiano que cuerpo y máquina se enfrentan en una discusión, que va a tomar diversas formas al pasar de los años.

### **3.2.2. La Modernidad y la relación con lo maquínico en las vanguardias artísticas del siglo XX.**

En el Renacimiento encontramos la verdad por medio del renacer de lo bello en el ser humano, es decir, el cuerpo pasa a ser el objeto de atención de diversas disciplinas; y en la Ilustración esta atención se encuentra en la búsqueda de la verdad por medio de la razón y en entendimiento en el ser humano. Es en este último período donde se construyen las bases para el desarrollo de las ciencias que prontamente darán pie al aceleramiento tecnológico que se producirá durante la última etapa de la Modernidad.

#### **3.2.2.1. El cuerpo subvertido en la máquina.**

De manera más próxima a nuestra vida cotidiana, la máquina se presenta como un elemento mecanizado que presta apoyo dentro de una línea de producción. Esto nos remonta hacia una exploración histórica que se origina a finales del siglo XVIII; la Revolución Industrial. Este punto de inflexión del desarrollo tecnológico marca la relación entre el hombre y la máquina. El progreso industrial a lo largo del siglo XIX trajo consigo cambios sustanciales en la producción, aconteciendo modificaciones económicas, sociales y políticas; llegando a su apogeo en la primera mitad del siglo XX, en donde la automatización de los procesos productivos fue instaurando un régimen industrial como base de la producción mundial.

El cuerpo humano durante esta época, aún veía a la máquina industrial como un ente ajeno, algo impropio del ser. Si bien se encontraban más juntos que nunca, esta unión estaba condicionada por la suplantación de un cuerpo orgánico por uno de carácter artificial; la máquina se superponía a la mano de obra campesina en pos de la optimización de recursos. De esta manera en el imaginario popular, la máquina se presentaba como una “extensión magnífica [...] o una constricción problemática del cuerpo” (Foster, 2008, p.123) amenazando la integridad del hombre, y hasta entenderse incluso que éste podía ser desmembrado por ellas; tal como nos recordara Hal Foster citando a Freud y su texto *El Malestar de la Cultura*: “[e]l hombre ha llegado a ser, por así decirlo, un dios con prótesis: bastante magnífico cuando se coloca todos sus artefactos, pero éstos no crecen de su cuerpo y a veces le procuran muchos sinsabores”. (citado en Foster 2008, p. 123).

En este plano, la transición hacia el nuevo sistema económico gatilló una crisis en todos los niveles de la sociedad. En respuesta a este desconcierto social, emergieron grupos artísticos que reaccionaron frente a estos atractivos tecnológicos, exaltando sus valores *maquínicos*. Vanguardias como el *Constructivismo* en Rusia, el *Vorticismo* en Inglaterra y el *Futurismo* en Italia, así como otros movimientos, hacían propias las modernidades mecánicas para representarlas en un cuerpo distorsionado. Cuerpo, que a comienzos del siglo XX, había sido dañado tanto industrial como militarmente, y que es representado a través de lo que Hal Foster destaca como la doble lógica de la prótesis: “[l]a diferencia fundamental aquí se da entre un proyecto primordialmente marxista de superar dialécticamente la autoalienación tecnológica y un deseo potencialmente fascista de elevar esta autoalienación hasta convertirla en un valor absoluto en sí mismo”. (Foster, 2008, p. 129)

Frente a esta doble lógica, los pensamientos que se levantan con mayor devoción hacia la máquina son los de F.T. Marinetti y Wyndham Lewis, destacándose por su pasión hacia una transformación tecnológica de los cuerpos. Estos exponentes responden a la representación del cuerpo-ego dañado, en el cual es necesario la construcción de un nuevo escudo protector, es decir, un blindaje para su protección.

Marinetti publica el *Manifiesto Futurista* el 20 de febrero de 1909 en el periódico parisino *Le Figaro*; donde expresa con energía y violencia los postulados de este nuevo pensamiento, que no se dejaba estancar por las ruinas del pasado, y que prometía un futuro desarrollado por lo más absoluto: la tecnología. Esto, bajo un nuevo concepto de belleza; la belleza de la velocidad. Los llenaba del más profundo fervor, el rugir de un automóvil de carreras, las enloquecidas locomotoras que corren por los rieles, las fábricas jadeantes de humo y el movimiento agresivo de todo aquel mecanismo febril. Los futuristas esperan con ansias, tal como lo señaló Marinetti, el nacimiento del hombre nuevo, este centauro, mitad hombre y mitad máquina, que emerge desde los escombros de las fábricas, envuelto en hollín y forjado al rojo vivo del hierro (Marinetti, s.f.). Dicho de otro modo:

“¡Partamos, amigos! —dije yo—. Al fin Mitología y el Ideal místico han sido superados. Vamos a asistir al nacimiento del Centauro y veremos muy pronto volar los primeros ángeles. Será preciso forzar las puertas de la vida para probar los goznes y los cerrojos. ¡Partamos! He aquí el primer sol alboreando sobre la tierra... Nada iguala al resplandor de su espada roja que se esgrime por primera vez entre nuestras tinieblas milenarias.” (Marinetti, s.f., p. 86).

La fusión industrial por la que pasa este hombre nuevo, de adoptar a la máquina para hacerla parte de su propio organismo adquiriendo cualidades artificiales, lo vemos en adelantos tecnológicos de hoy en día. Encontramos en las prótesis una superación de las cualidades del hombre, como es el caso por ejemplo de las prótesis clínicas; el blindaje ante un cuerpo dañado. De esta manera la máquina se va integrando al ser humano a modo de superar y elevar esta alienación tecnológica.

### **3.2.2.2. La máquina como una extensión del cuerpo**

Una revisión etimológica del concepto máquina nos remonta más allá de la Edad Moderna —en la que encontramos los principios de la maquinaria productiva— y nos lleva hacia los orígenes del teatro en la Antigüedad. Así es como Gerald Raunig, filósofo e historiador de arte, nos habla en su libro *Mil Máquinas* sobre el concepto de máquina tanto desde su artificialidad técnica, como desde su agenciamiento social. En el drama griego “la máquina significaba fundamentalmente el dios surgido de la máquina en las alturas [...] el *deus ex machina*” (Raunig 2008 p. 40); recurso narrativo utilizado como maquinación argumentativa para darle solución a la tragedia, por medio de una maquinaria técnica que hacía desplegar a los dioses —actores— desde las alturas del escenario hacia la escena. De este modo la máquina se configura como una ruptura artificial, un vuelco en la trama, que tenía como fin resolver los conflictos de forma inmediata a través del veredicto de una deidad. La utilización de este recurso narrativo fue utilizado cada vez menos durante la evolución del teatro por su artificialidad argumentativa, sin embargo, la máquina como dispositivo técnico se instaura como parte esencial de la puesta en escena de la obra teatral, no sólo como soporte y apoyo —como se puede ver en el teatro realista— sino que en especial para ocultar el aparataje técnico del montaje (Raunig, 2008).

Un cambio significativo presenta la maquinaria teatral con los modos de pensamiento revolucionario en los inicios del siglo XX. La mecanización industrial trajo consigo la problematización en torno a la relación entre el cuerpo y la máquina, y este reordenamiento fue explorado por diferentes vanguardias modernistas que buscaban dar respuestas a los cambios que estaban ocurriendo en diferentes ámbitos de la sociedad. Tanto en el teatro constructivista ruso como en el teatro de la Bauhaus, podemos encontrar ejemplos claves de estas exploraciones, que se centran en la mecanización del cuerpo como mediación hacia la configuración del *hombre nuevo*.

En el movimiento constructivista, esta renovación influyó en el teatro ruso, el cual se inicia, nos cuenta Raunig (2008), a través de las exploraciones conceptuales y formales de escenógrafos teatrales del movimiento *Proletkult* —Centro de Cultura Proletaria— tales como; Vsevolod Emilievic Meyerhold y el teatro de atracciones desarrollado por Sergei Tretiakov y Sergei Eisenstein. Estos, a través de diferentes técnicas, buscan romper con el tradicional arte burgués, instaurando el despertar de la conciencia social en los asistentes del teatro. Meyerhold, en una de sus conferencias sobre la reconstrucción del teatro en 1930, explica las directrices que conforman el nuevo teatro ruso; siendo una de ellas la idea de propaganda política, agregando que con la puesta en escena “estimulamos la actividad cerebral del público, le forzamos a pensar y a discutir” (Meyerhold, 2013, p. 88); y por otro lado, y no menos importante, sensibilizar a los asistentes, enfatizando que el teatro no sólo actúa sobre el cerebro, sino que también sobre las emociones por medio de diferentes técnicas —tanto de los actores como de aparatos teatrales— (Meyerhold, 2013).

Así, la máquina teatral se configura en el teatro constructivista ruso de “una composición triádica: biomecánica de los actores y actrices, constructivismo del aparato técnico y de las cosas, máquina social del teatro de atracciones” (Raunig, 2008, p. 45). Meyerhold hizo de su teatro un laboratorio del cuerpo, en donde las fantasías maquínicas del movimiento industrial; de los engranajes girando a toda velocidad, el movimiento de las poleas, el vaivén de los pistones en los motores a combustión; y todo su movimiento se racionalizaba al compás del flujo corporal de los actores. Más que un método, según Raunig, Meyerhold desarrolla una pedagogía teatral explorando la biomecánica, llegando al límite del potencial

que entregan los cuerpos, por medio de la velocidad, del gesto, del ritmo, de la improvisación, de cómo se desenvuelven los movimientos en el espacio y de su interacción con otros cuerpos.

La puesta en escena es también fundamental en esta triada. La omisión del telón mostraba la extensión del escenario en su totalidad, aparecía la maquinaria teatral desnuda a la vista y sin disimulo; las cosas, los objetos, las construcciones escenográficas, el andamiaje. Para lograr esto Meyerhold trabajó junto a artistas constructivistas quienes no buscaban imitar la imagen natural de las cosas, sino que “proponía presentar las cosas como tales” (Raunig, 2008, p. 46). Por las manos de Liubov Popova y Varvara Stepanova se diseñaron escenografías para ser usadas por los actores, compuestas por; andamios, rampas, prototipos, escaleras, hasta incluso indumentaria. Estos objetos tenían la particularidad de ser manejables por los actores, manejables así como un trapecista a su trapecio, haciendo de su uso una extensión del cuerpo gracias a las capacidades biomecánicas de los actores/acróbatas.

En esa misma línea en Weimar, Alemania, Oskar Schlemmer trabaja desde las artes constructivistas el espacio y cuerpo mecanizado en el teatro de la Bauhaus. En su texto *Hombre y Figura Artística* de 1925, Schlemmer da cuenta de cómo el teatro de la época no puede pasar por alto tres signos importantes para su configuración; la abstracción del objeto; la mecanización como proceso, pues, “todo lo mecanizable será mecanizado” (citado en Sánchez, 1999, p. 180); y la tecnología, que posibilita nuevas formas de hacer. Schlemmer atraído por el lenguaje matemático utiliza la geometría del espacio cúbico, analizando; el punto, la línea, y la superficie; en relación a los movimientos del cuerpo humano, ya que en éste estaría “la geometría de los ejercicios corporales, de la rítmica y de la gimnástica” (citado en Sánchez, 1999, p. 184). Al igual que V. E. Meyerhold, Schlemmer se muestra interesado en la potencialidades acrobáticas del cuerpo de los actores/bailarines. Sin embargo, para esto incursiona desarrollando las posibilidades que brinda la indumentaria en el funcionamiento de los movimientos:

“La aspiración de liberar al hombre de sus limitaciones y de elevar su libertad de movimientos más allá de la medida natural da lugar a la sustitución del organismo por la

figura artística mecánica: autómata o marioneta.” (citado en Sánchez, 1999, p. 185).

Para Schlemmer la transformación del cuerpo hacia la configuración de un hombre abstracto geometrizado, es determinante para la puesta en escena. Este punto de vista se ve plasmado en la producción del *Ballet Triádico* (1922). En ella, los cuerpos en movimiento darían forma a la dimensionalidad del espacio mediante el diseño de la escena; que estaría dada por “la persecución de las formas básicas elementales, tales como la recta, la diagonal, el círculo, la elipse y de las uniones recíprocas” (Schlemmer, 1987 p. 61). Así se lograría una maximación de las destrezas, superando las condiciones naturales de la figura humana. Hasta este punto vemos cómo tanto en el movimiento constructivista ruso como en la Bauhaus en Alemania, la biomecánica del cuerpo es utilizada como mediación en la búsqueda de un nuevo modo de hacer.

Volviendo al movimiento constructivista ruso, el teatro de atracciones desarrollado por Tretyakov y Eisenstein participó tangiblemente de la fuga del teatro hacia la fábrica. Esto, no sólo por la *mecanización del cuerpo* por medio de la biomecánica, si no que también literalmente en la puesta en escena. Se realizaron obras en espacios fabriles, haciendo uso de objetos y maquinarias propias de la industria como escenografía (Raunig, 2008). Esto con la intención acercarse al público obrero, esperando respuestas; reacciones por parte de ellos. El teatro de Tretyakov y Eisenstein hace uso de la atracción como elemento, para retener la atención e impulsar la reacción de los asistentes con el fin de detonar una respuesta social. Esto lo podemos leer en los escritos de Eisenstein llamado *Montaje de Atracciones* de 1923.

“La atracción (en su aspecto teatral) es todo momento agresivo del espectáculo, es decir, todo elemento que someta al espectador a una acción sensorial o psicológica, experimentalmente verificada y matemáticamente calculada para obtener determinadas conmociones emotivas del observador, conmociones que, a su vez, le conducen, todas juntas, a la conclusión ideológica final” (citado en Gubern, 1990, para. 10).

En este sentido vemos como se va componiendo esta gran máquina por medio de la concatenación de estas tres directrices; la máquina cuerpo, la máquina teatral y la máquina social.

Así, según Gerald Raunig, ésta última será analizada por Gilles Deleuze y Félix Guattari hacia la segunda mitad del siglo XX, pero en este informe no se profundizará en ello.

### **3.2.3. Máquinas, cuerpo humano y diseño industrial.**

Basándome en la discusión de fuentes bibliográficas que he desarrollado en estas páginas, me es posible señalar ahora que el diseño —primero en tanto proto-técnica de sistematización mecánica, y luego como método propio de la industrialidad— ha estado efectivamente presente en el origen de la relación cuerpo-máquina. Así nos lo muestran el giro científico que introduce Vesalio con su *De Humani Corporis Fabrica* (1543) y el trabajo de Leonardo da Vinci con su interés por la corporalidad humana, la cual entendió como la máquina perfecta que inspiró sus obras. Lo mismo sucede con Rembrandt y su obra *Lección de Anatomía* (1653), la cual es en sí misma un manifiesto de cómo el conocimiento científico es aprendido, no sólo a partir del estudio del cuerpo en este caso, sino que además, desde los implementos técnicos que sostienen el saber; cuestión refrendada de alguna manera por el famoso *Discours de la Méthode* (1637) de René Descartes, donde el filósofo y matemático francés desarrolla un método que es hasta cierto punto un registro de cómo los avances tecnológicos se vinculan con el desarrollo de las ciencias, creando así el modo de conocer de una época. En aquel mismo sentido avanzan los planteamientos de Foster y Raunig, quienes nos muestran cómo las vanguardias artísticas de inicios del siglo XX vieron en la relación cuerpo-máquina la condición misma de la Modernidad, inspirando el desarrollo de sus obras ya fuera desde la transformación para su blindaje —como en el caso de Marinetti— o desde la extensión —como lo hizo Meyerhold. *Dioses Prostéticos* (Foster, 2008) y *Mil Máquinas* (Raunig, 2008) nos dijeron estos pensadores, apuntando a las diversas figuraciones que este asunto ha tomado a lo largo de la historia, y que hoy nos interpela a nosotros como diseñadores: ¿cómo enfrentar entonces esta problemática desde el diseño industrial hoy?

Como planteé en la primera parte de este informe, el objetivo general de mi proyecto es avanzar desde la reflexión conceptual, que esta discusión bibliográfica ha abordado, hasta un espacio de experimentación creativa donde sean las mismas técnicas y procedimientos asociados al diseño industrial los que me permitan indagar sobre la participación de éste en

la condición moderna que he buscado desentramar aquí; es decir, el cuerpo maquinizado y éste como el centro del conocimiento de una época. De esta manera, y además de encontrar en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile el contexto propicio para visualizar materialmente el paradigma moderno, era necesario también contar con una aproximación metodológica que permitiera abordar dicha tarea en la dirección deseada. Así fue como vi en las ideas de los diseñadores y académicos Anthony Dunne y Fiona Raby, con su invitación a entender la especulación como una aproximación de alto alcance y potencial para indagar críticamente desde las disciplinas creativas —y especialmente desde el diseño— en el impacto que las tecnologías tienen en nuestras sociedades y culturas, un camino fértil para alcanzar mis objetivos (Dunne y Raby, 2013). Puesto de otro modo, me aboqué así a diseñar un proceso de indagación donde las formas de hacer del diseño industrial me permitieran especular un *espacio prótesis* que mediara en los modos en que los sujetos perciben y re-conocen su propio cuerpo en tanto objeto de interés.

Sin embargo, al mismo tiempo, noté que el diseño de este proceso indagatorio necesitaba, dada su vocación conceptual, de una base argumentativa que permitiera dotar a esta metodología especulativa de un carácter estético; es decir, de una forma sensible de conocer —*aesthesis*. En este sentido fue que me acerqué a los planteamientos que el historiador del arte francés, Georges Didi-Huberman, desarrolla en su libro *Ser Cráneo* (2009), donde analiza los múltiples alcances estéticos que el cráneo humano en tanto objeto de estudio, tiene no sólo para la anatomía y la ciencia en general, sino también para las artes y la escultura en particular. Así por ejemplo, Didi-Huberman nos recuerda cómo el anatomista Paul Richer entendió el cráneo como un *ser caja*, como una morfología, un volumen y un contenedor; mientras que Leonardo lo comprendió como un *ser cebolla*, debido a las capas que deben superarse para llegar sus cavidades interiores; o bien, como Durero vio el cráneo como un *ser caracol*, debido a los procedimientos geométricos que desarrolló para convertirlo en una imagen fiel; e incluso, como el mismo psicoanálisis lo comprendió como un *ser atrio*, es decir, como el espacio oculto donde están las ideas subyacentes. Sin embargo, una vez avanzado dicho texto, cuando Didi-Huberman analiza la obra del escultor italiano Giuseppe Penone, el concepto *ser cráneo* se torna especialmente convocante para los propósitos de mi proyecto. Allí, desde una mirada que podríamos calificar como poética quizá, Di-

di-Huberman hace referencia a la obra *Essere fiume* (Figura 26) de Penone, para señalar que la escultura, y más aún el ser escultor, es al final de cuentas un *ser río*; entendiendo que las dos rocas sedimentadas que constituyen la obra en cuestión, muestran que lo que en esencia permite que un objeto se transforme en escultura, es el espacio, el contexto y las fuerzas que lo corroen para transformarlo en lo que finalmente se entiende y percibe de él. Aquella idea me golpea y me hace retornar a lo que he señalado a lo largo de esta discusión bibliográfica y conceptual; es decir, que bajo la mirada moderna, el cuerpo —o el entendimiento de él— se maquinizó. ¿Pero entonces, mi especulación debería avanzar hacia la construcción de una mediación *protética* que hiciera emerger eso que el pensamiento de la Modernidad habría *mutilado* al cuerpo; su esencia natural? o bien, por el contrario, ¿no tendría ya la naturaleza propia del cuerpo una condición maquinaica? De algún modo mi pasantía en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile —que he presentado en el punto 3.1 de este informe— ya me había invitado a desarrollar este tipo de preguntas. En aquel momento, la estructura, procedimientos, y colecciones del museo me llevaron a encontrar



Figura 26: *Essere fiume* (1981). Giuseppe Penone, Italia.  
Imagen de [www.exibart.com](http://www.exibart.com)

en la columna vertebral un objeto de interés que desde el interior del cuerpo daba cuenta de una estructura (bio)mecánica perfecta y bella. De esta manera, ¿es posible decir que percibir la propia corporalidad en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile podría significar, de algún modo, *ser columna?* o puesto de otro modo ¿un hacer re-tornar la atención perceptiva al interior maquinaico de nuestro cuerpo? Alrededor de estas especulaciones girará el desarrollo creativo de mi proyecto, el cual antes, se nutrirá por cierto de un estudio de tipologías y referentes que a continuación presento.

### 3.3. Tipología y análisis de referentes

#### 3.3.1. Cuerpo como máquina en la puesta en escena:

La mecanización del cuerpo ha sido una forma de abordar la cuestión sobre la relación del cuerpo y la máquina en la escena. Desde las vanguardias del arte moderno en los inicios del siglo XX, hasta nuestros días, esta problematización ha sido trabajada por medio de los procesos tecnológicos correspondientes a cada época, en virtud a las posibilidades corporales del ser humano. En lo que sigue presento tres proyectos donde destacará el vínculo desarrollado entre lo artificial y el cuerpo de los actores/bailarines.

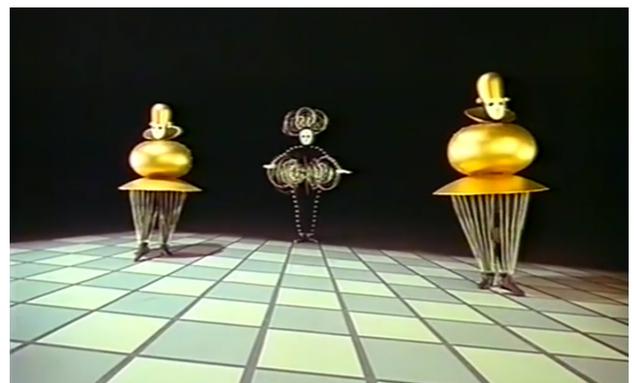
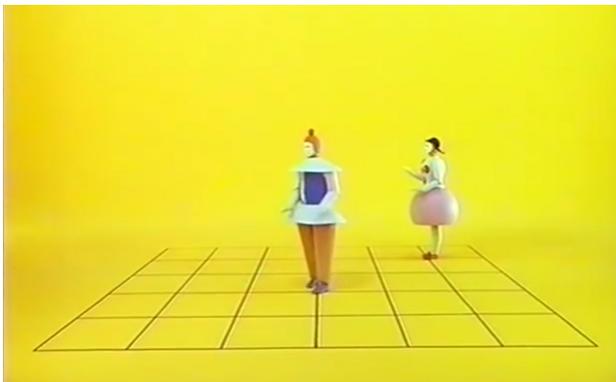
##### 3.3.1.1. Ballet Triádico

Proyecto: Ballet Triádico (Das Triadische Ballett)

Autor: Oskar Schlemmer

Año: 1922

Lugar: Weimar, Alemania.



Figuras 27, 28, 29 y 30: *Das Triadische Ballett* (1970). Versión de Margarete Hasting, Franz Schömbis y Georg Verden para la obra de Oskar Schlemmer.



Figura 31: *Das Triadische Ballet* (1970). Versión de Margarete Hasting, Franz Schemes y Georg Verden para la obra de Oskar Schlemmer.

### Descripción

El *Ballet Triádico* de Schlemmer se basa en la mecanización del cuerpo por medio de su geometrización. Basándose en este principio, Schlemmer configura una puesta en escena en donde los movimientos de los actores/bailarines interactúan con la música, el color y una escenografía estática. En tres actos; amarillo —*Gelb*—, rosa —*Rosa*— y negro —*Schwarz*—; y con ocho escenas, Schlemmer desarrolla variadas coreografías en donde los movimientos biomecánicos —haciendo uso de lo recto y de lo flexible— se vinculan a técnicas de danza clásica. Desde solos en la escena, hasta interacciones interpretadas por dos o tres actores, Schlemmer utiliza sólo la composición de las formas, colores, movimientos y música orquestada para expresar, pues, en el *Ballet Triádico*, los actores/bailarines no se manifiestan verbalmente y tampoco existe una historia continua.

Este proyecto fue revisado por medio de material audiovisual, en formato DVD, para lograr una mejor observación en la puesta en escena. Particularmente se revisó la recreación realizada por Margarete Hasting en 1970. Oskar Schlemmer explora desde un lenguaje matemático la abstracción del cuerpo mecanizado, particularmente, esto se ve representado

en el diseño del *Ballet Triadico* como tal, tanto por las cosas que lo componen, como en la manifestación de los cuerpos en movimiento. En cuanto a las cosas, Schlemmer trabaja con la abstracción por medio del lenguaje geométrico, utilizando la simplicidad y reducción en las formas, descomponiendo el cuerpo y el espacio. Por una lado tenemos diseño de la indumentaria, en donde Schlemmer a través de un cuerpo abstracto, limita y restringe los movimientos, mecanizando las acciones las cuales estaría en su gran mayoría condicionadas por los trajes (Figuras 27 a 32). Y esto se vincula con del diseño del espacio, el cual se destaca por su simpleza y por el uso de las perspectivas. En cuanto al despliegue en el escenario, o mejor dicho el diseño de la coreografía, Schlemmer usa el lenguaje matemático en cuanto a desplazamientos y en movimientos de acción y reacción —*inputs* y *outputs*— entre los actores/bailarines. Un ejemplo de ello, son los desplazamientos en ángulos rectos, en giros en espiral, o en la interacción entre bailarines cuando dialogan a la espera de la respuesta del otro.

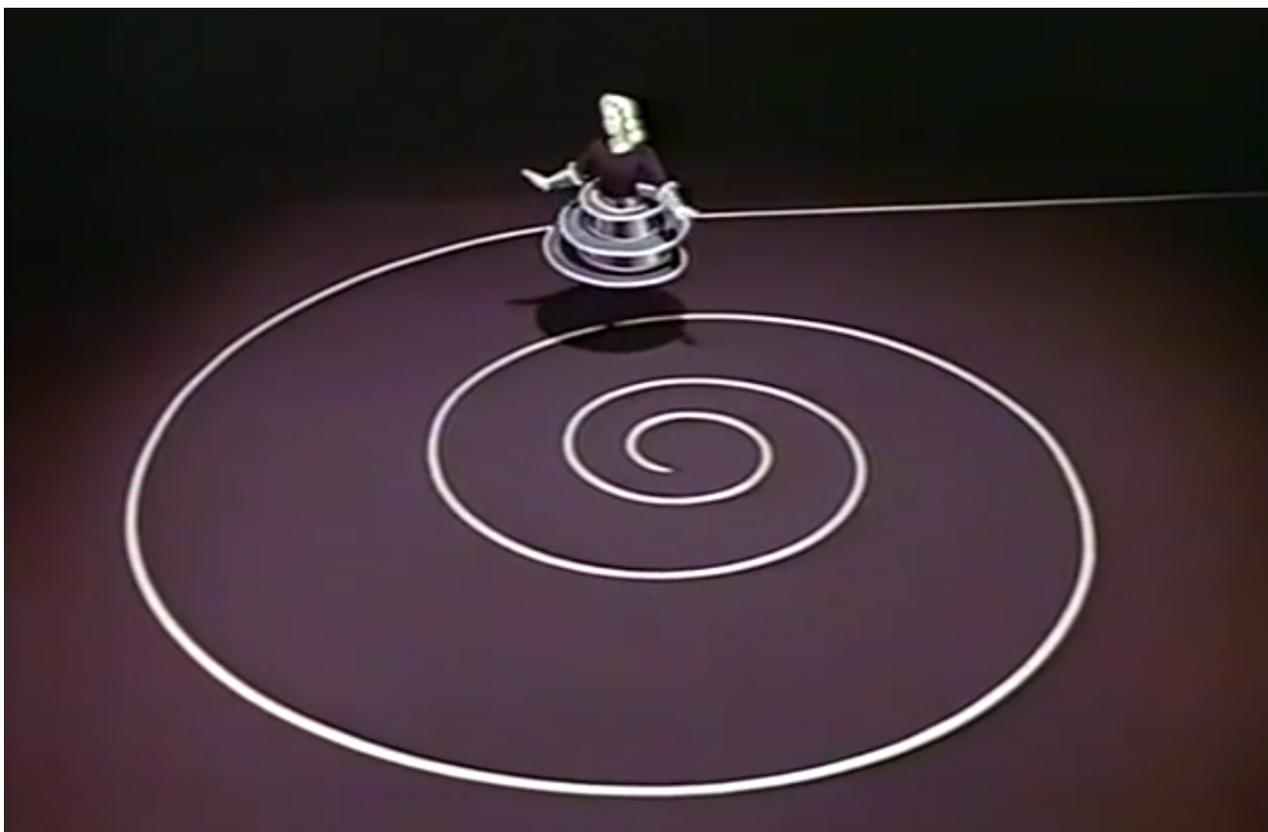


Figura 32: *Das Triadische Ballet* (1970). Versión de Margarete Hasting, Franz Schemes y Georg Verden para la obra de Oskar Schlemmer.

### 3.3.1.2. Emovere

Proyecto: Emovere: cuerpo, sonido y movimiento.

Autor: Javier Jaimovich y Francisca Morand.

Año: 2015

Lugar: Santiago, Chile.



Figura 33: *Emovere* (2015), Javier Jaimovich y Francisca Morand. Santiago, Chile.

#### Descripción

*Emovere* es una obra de danza resultado de una exploración interdisciplinaria que se pregunta sobre la naturaleza de la emoción por medio del movimiento, la tecnología y el sonido. Esta obra procesa los impulsos fisiológicos del cuerpo en movimiento produciendo sonidos y un entorno visual, los que son al mismo tiempo interpretados por los bailarines. Por



Figuras 34 y 35: *Emovere* (2015), Javier Jaimovich y Francisca Morand. Santiago, Chile.

medio de sensores ubicados en diferentes partes del cuerpo las señales de ritmo cardíaco y tensión muscular de los bailarines están siendo monitoreadas y codificadas, generando un ambiente sonoro y visual. Sin bien los cuatro bailarines siguen una coreografía cada presentación tiene variaciones (Alarcón, 2015). Esto se produce ya que los bailarines no poseen el control de los sonidos generados por el cuerpo, y porque los impulsos biológicos cambian en cada interpretación y las respuestas sonoras determinan los movimientos en la escena.



Figura 36: *Emovere* (2015), Javier Jaimovich y Francisca Morand. Santiago, Chile.

En *Emovere* la relación entre lo corporal y lo artificial se encuentra determinada por el lenguaje codificado de las respuestas biológicas de cuerpo. Esto fue mucho más evidente al ver la obra de manera presencial, pues ayudó a identificar de manera más detallada la dualidad entre el accionar corporal y el accionar maquínico. Simultáneamente tenemos por un lado, cómo la tecnología determina el ambiente visual y sonoro de la obra, ya que tanto los sonidos como las luces son codificados en función del actuar de los bailarines; y esto repercute directamente en la reacción de los movimientos. Y por otro lado, tenemos cómo el cuerpo determina a través de las emociones; reflejadas en posturas, movimientos y ritmos respiratorios; los niveles y tipos de sonoridad. En *Emovere*, la biomecánica está siendo intervenida por medio de impulsos y señales codificadas. Lo maquínico se presenta como un mediador entre la respuesta y la reacción del bailarín.

### 3.3.1.3. El Cornudo Magnífico

Proyecto: El Cornudo Magnífico.

Autor: V. E. Meyerhold, director. Liubov Popova diseño teatral.

Año: 1922

Lugar: Unión Soviética (actualmente Rusia)

#### Descripción

Esta obra es una comedia sobre un poeta pueblerino que vive con su mujer en un antiguo molino. La historia se desarrolla a través de los celos que siente el marido hacia su mujer, ya que él cree que le está siendo infiel. Para saber quien es el supuesto amante, hace pasar a todos los hombres del pueblo a la habitación matrimonial esperando que su mujer, tras la sorpresa se delate. La puesta en escena de la obra es en un escenario sin telón, ni cortinas, sólo un gran molino con; rampas, plataformas, escaleras, discos giratorios. La escenografía era usada por los actores que se desempeñaban como acróbatas, corriendo, trepando, subiendo y bajando por toda la estructura. En cuanto a la indumentaria todos vestían de la misma manera, utilizando un uniforme azul.

Es interesante como resuelve Meyerhold junto a la artista constructivista Popova, la maquinaria teatral en relación al desempeño acrobático de los actores. El *Cornudo Magnífico* fue

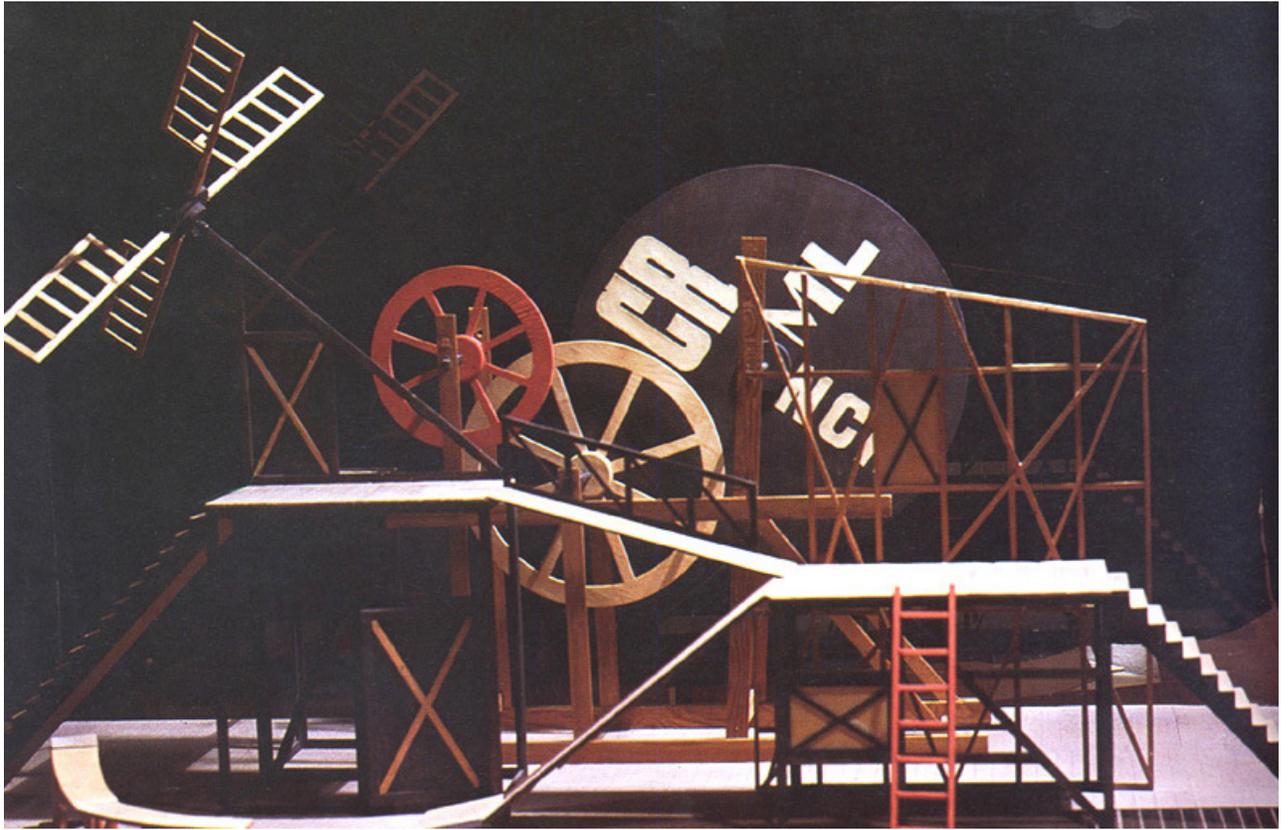


Figura 37: *El Cornudo Magnífico* (1922), V. E. Meyerhold. Unión Soviética. Maqueta de escenografía.

la primera obra constructivista de Meyerhold, la cual no tenía la presencia de ningún objeto cotidiano de la realidad, sino que sólo abstracciones en un espacio real. La escenografía especialmente diseñada para que mostrara su estructura, propiciaba el despliegue los actores en forma horizontal y la extensión en un plano vertical abarcando diferentes niveles en altura por la que los actores subían y descendían. Los actores/acróbatas debían hacer uso de las expresiones de su cuerpo para poder representar las sensaciones experimentadas, esto a través del lenguaje biomecánico y el desplante escénico promedio de la estructura constructivista. Un grado más de dificultad se sumaba el uso uniformado de la misma indumentaria, es decir, todos los actores vestían igual y del mismo color por lo que la diferenciación entre los personajes hacía mucho más necesario el desplante del actor.

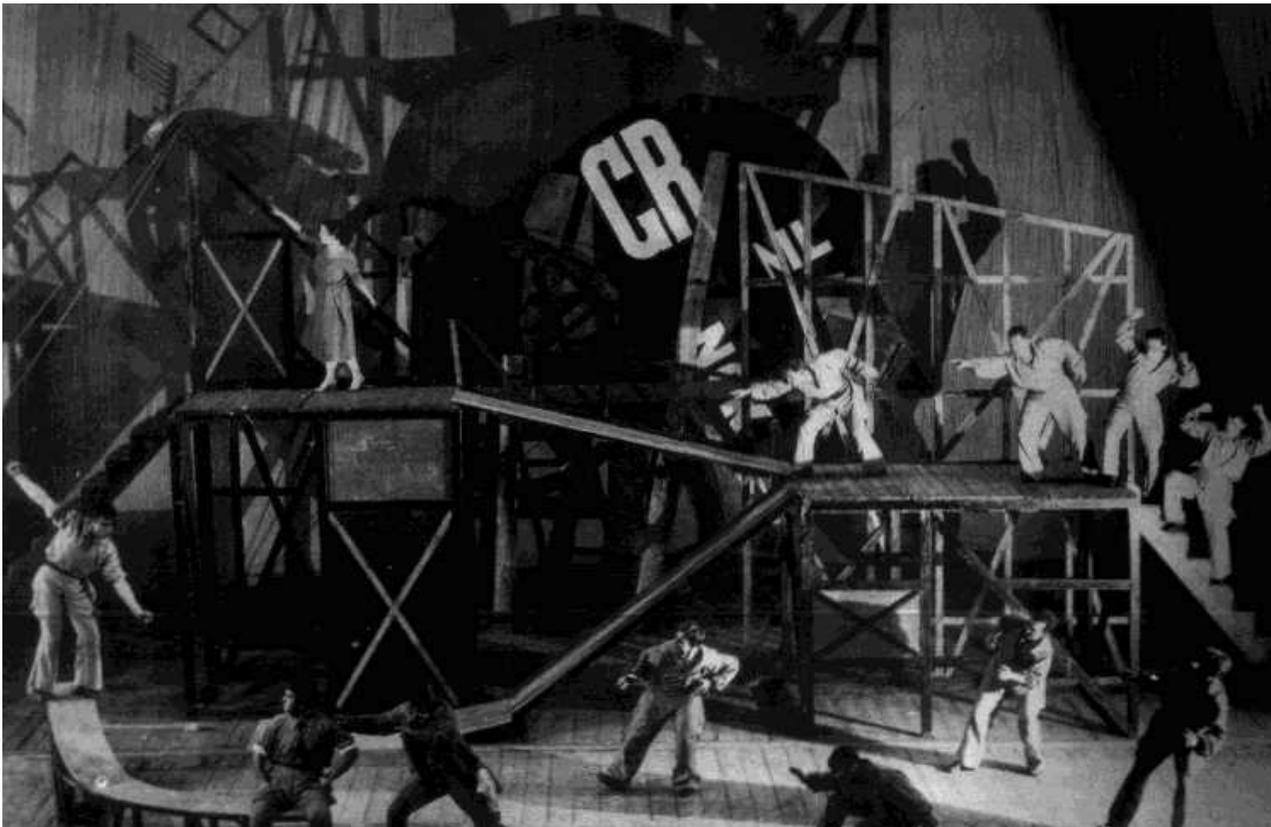


Figura 38: *El Cornudo Magnífico* (1922), V. E. Meyerhold. Unión Soviética. Maqueta de escenografía.

### 3.3.2. Prótesis: Desde lo artificial percibir lo corporal

Para efectos de esta indagación se ha optado utilizar la palabra prótesis —como se ha mencionado anteriormente— bajo su dimensión cultural. Así podemos abarcar un doble significado para esta idea de prótesis; a saber, la sustitución de algún miembro faltante por otro artificial, o la extensión de las capacidades corporales a partir del apoyo que presta un objeto. A partir de esta última referencia es que el proyecto se construye, proponiendo una extensión en la percepción de lo corporal. Si bien técnicamente el concepto de *órtesis* pareciera más preciso en relación a las características físicas del proyecto, esta palabra pertenece a un área específica relacionada con los estudios del cuerpo desde la medicina, lo clínico y lo ergonómico. Esto explica porqué al buscar esta palabra en un diccionario como el de la RAE, no existe. Por lo tanto, utilizar el concepto de *órtesis* se alejaría de la intensión que tiene mi proyecto de poner en debate lo maquínico desde una mirada humanista. Respecto a esto, se analizarán a continuación tres proyectos que trabajan con la prótesis como una extensión sensorial de cuerpo.

### 3.3.2.1. Third Hand

Proyecto: Third Hand (Tercera mano)

Autor: Stelarc

Año: 1980

Lugar: Yokohama, Japón

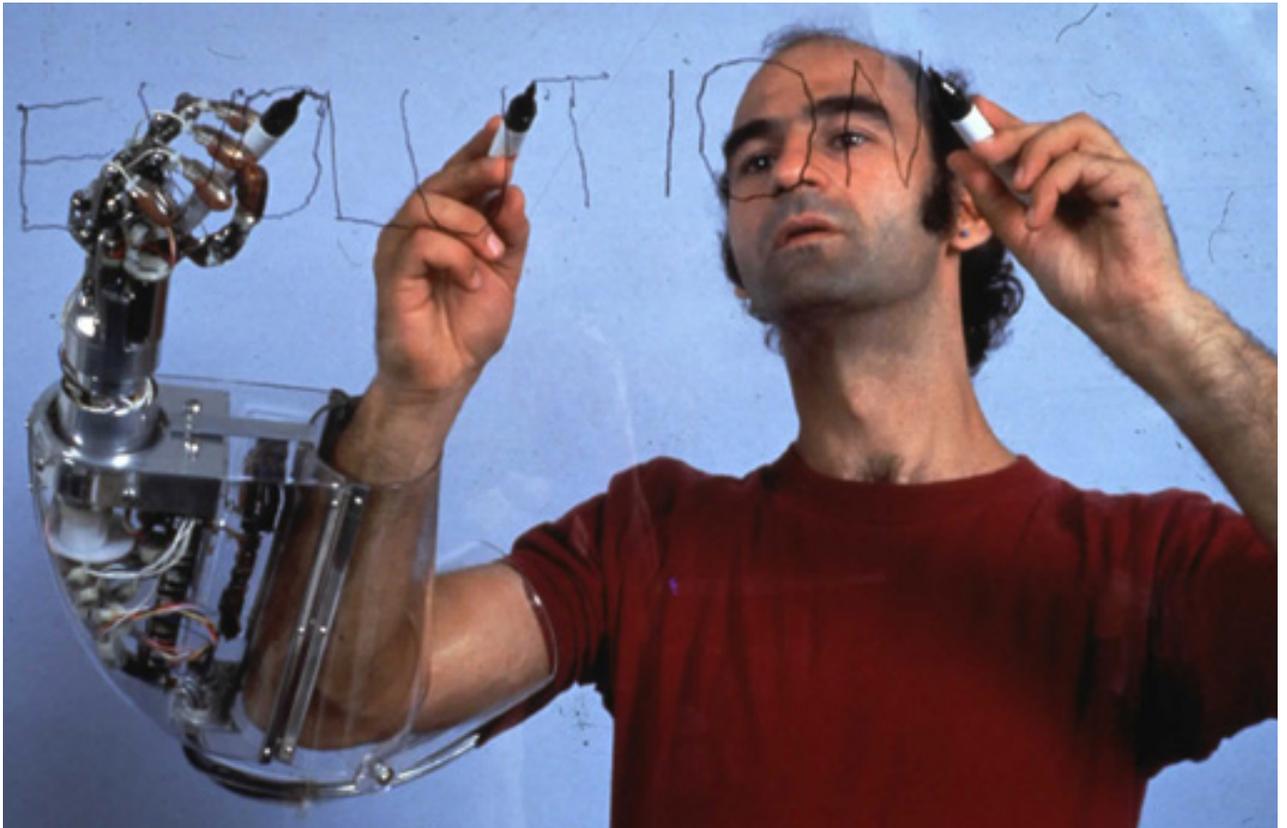


Figura 39: *Third Hand* (1980), Stelarc. Yokohama, Japón.

#### Descripción

*Third Hand* es un proyecto que busca extender y mejorar las capacidades humanas por medio de la tecnología. Para ello, Stelarc acopla a su antebrazo derecho una copia electro-mecánica de su mano, la cual realiza movimientos independientes a las manos reales. Esta *tercera mano* puede realizar operaciones como apretar en pinza y soltar, así como tam-

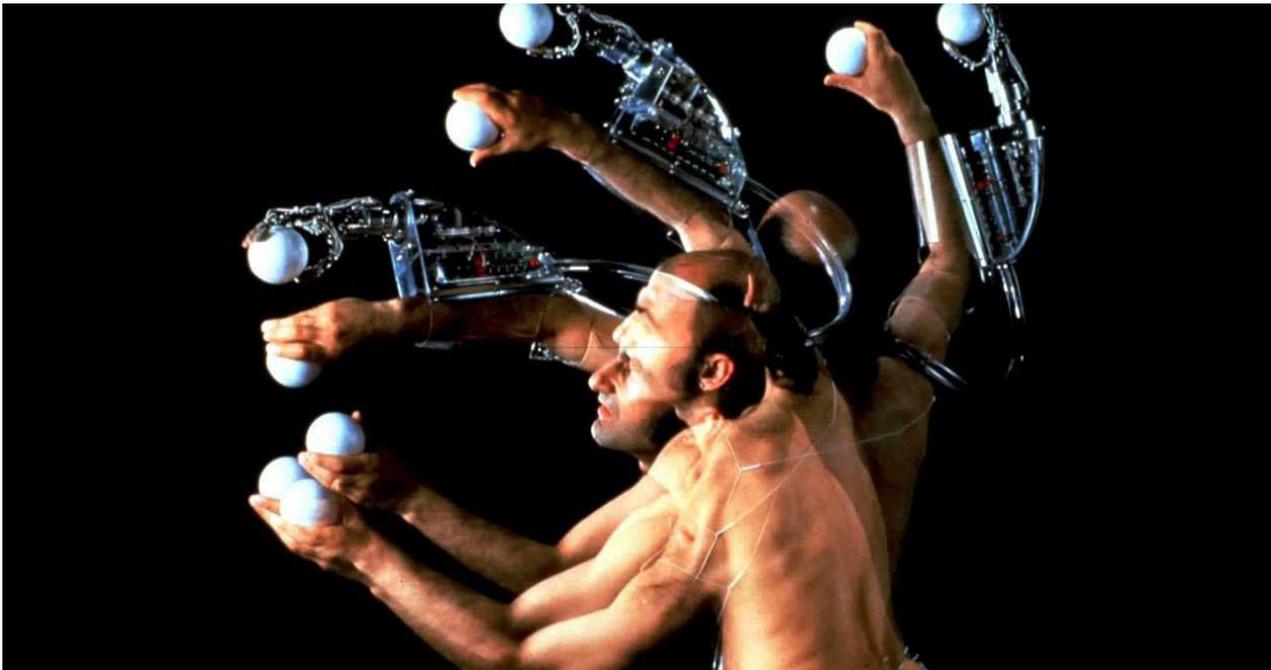


Figura 40: *Third Hand* (1980), Stelarc. Yokohama, Japón.

bién tiene la particularidad de poseer capacidades distintas a las de las manos naturales; por ejemplo rotar en 290° (Stelarc, s.f.). Stelarc logra esto por medio de electrodos que van conectados a los músculos abdominales y de las piernas, así, las señales de las contracciones musculares son procesadas y rectificadas para dirigir los movimientos de la tercera mano (Dunne, 2005, p. 31).



Figura 41: *Third Hand* (1980), Stelarc. Yokohama, Japón.

Es interesante rescatar de este proyecto la intención del artista en explorar las limitaciones humanas, incrementando sus capacidades por medio de la máquina. Stelarc hace uso aquí de la prótesis no como una sustitución, si no como una extensión, como un *complemento del cuerpo*. La postura que tiene el artista sobre la tecnología se ve reflejada a lo largo de toda su obra, en la cual establece que el re-diseño del cuerpo humano mediante la tecnología, es necesario para que el hombre pueda relacionarse con un entorno maquínico. Pero más allá del enfoque Cyborg que tiene Stelarc sobre el uso de la tecnología en los cuerpos, es importante destacar la exploración que él hace desde las artes al preguntarse por la relación entre lo corporal y lo maquínico.

### 3.3.2.2. Phantom Recorder

Proyecto: Phantom Recorder

Autor: Revital Cohen

Año: 2010

Lugar: Londres, Inglaterra



Figura 42: *Phantom Recorder* (2010), Revital Cohen. Londres, Inglaterra.

#### Descripción

*Phantom Recorder* explora los fenómenos sensoriales de una extremidad perdida, a lo que la diseñadora Revital Cohen llama, la fantasmagoría de la extremidad. La sensación de un miembro amputado aún se encuentra presente en ciertas terminaciones nerviosas del cuerpo, y es lo que Cohen utiliza para simular un miembro fantasma. A través de una prótesis instalada en el lugar que se perdió la extremidad, se proyecta frío y humedad sobre la piel

provocando sensaciones que hacen alucinar al cerebro sobre la presencia de una extremidad que ya no está. El movimiento del aire y vapor dentro de la prótesis estimulan los nervios periféricos que están siendo monitoreados para captar la actividad cerebral.



Figura 43: *Phantom Recorder* (2010), Revital Cohen. Londres, Inglaterra.

Revital Cohen trabaja la relación entre lo corporal y lo artificial desde el diseño especulativo. En su proyecto *Phantom Recorder*, Cohen utiliza la prótesis como una mediación para crear una representación fantasmagórica del miembro perdido. Es importante destacar como Cohen utiliza la prótesis en una dimensión sensorial más que técnica, ya que su intención es que a través del miembro fantasma, se recuerden ciertos movimientos y sensaciones de una extremidad que ya no está presente. Este proyecto propone un nuevo camino para explorar la comunicación entre el cuerpo y la mente (Antonelli, 2011, p. 72), haciendo uso de la tecnología para recordar sensorialmente por medio de ilusiones.

### 3.2.2.3. Babybe

Proyecto: Babybe

Autor: Camilo Anabalón y Raphael Lang

Año: ca. 2012

Lugar: Stuttgart, Alemania

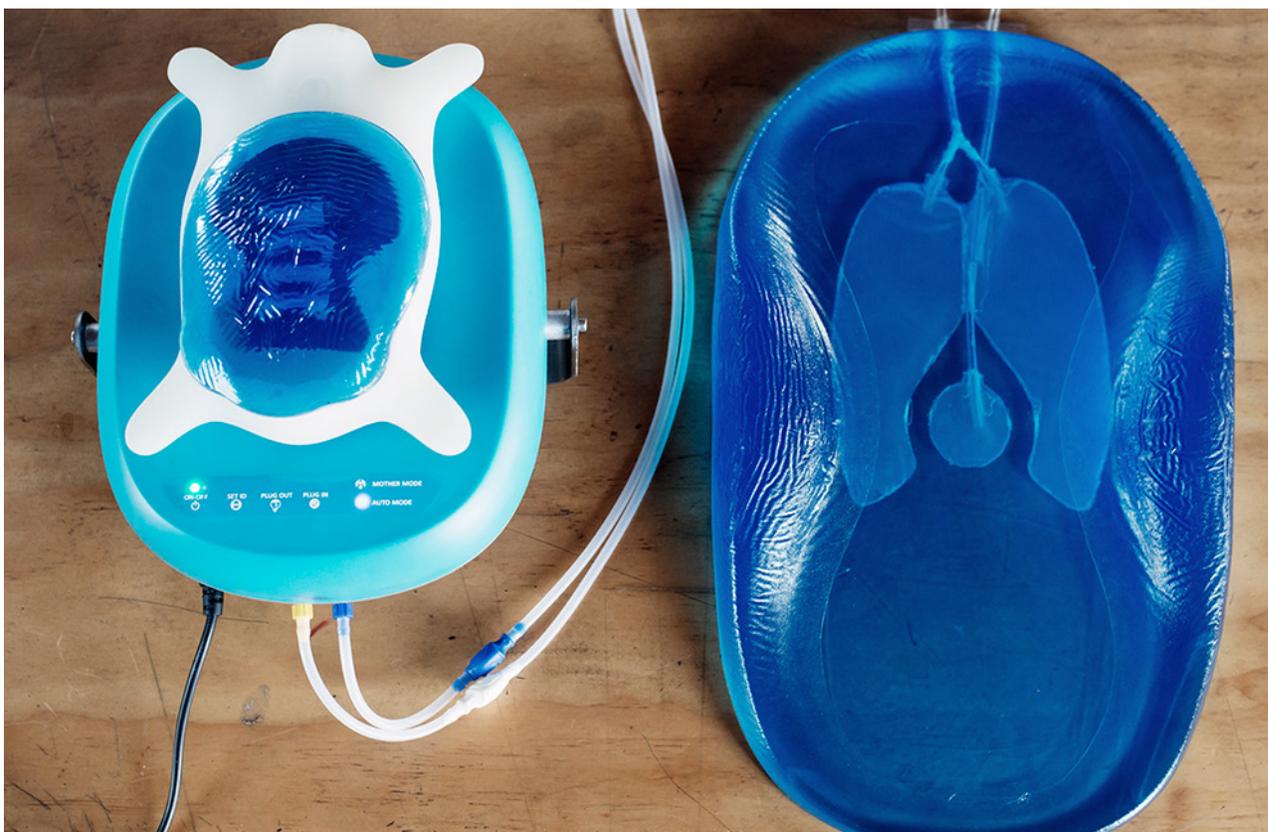


Figura 44: *Babybe* (ca. 2012), Camilo Anabalón y Raphael Lang. Santiago, Chile y Stuttgart, Alemania.

#### Descripción

*Babybe* es una prótesis emocional enfocada en el desarrollo fisiológico de un recién nacido prematuro, que simula los estímulos corporales de la madre, lo que mejoraría la evolución del bebé al sentir el apego materno. La prótesis consiste en dos objetos; una es complementaria a la incubadora donde se posa el bebé, y la otra es un objeto con forma de *tortuga* que



Figura 45: *Babybe* (ca. 2012), Camilo Anabalón y Raphael Lang. Santiago, Chile y Stuttgart, Alemania.

acoge la madre en sus brazos. Señales fisiológicas como el ritmo cardiaco, movimientos respiratorio, voz y temperatura, son transmitidos al bebé dentro de la incubadora logrando una atmósfera de acogimiento ayudando a su evolución.



En *Babybe* observamos cómo una prótesis es utilizada para percibir el cuerpo, haciendo una re-creación de lo corporal. Es decir, por medio del registro de diversas señales corporales se simula artificialmente la presencia humana por medio de la sistematización y la transmisión de estímulos determinados. Si bien existe la presencia de la incubadora que brinda aspectos técnicos para la evolución del bebé prematuro; como una atmósfera higiénica, aspectos de presión y oxígeno determinados, medicamentos y un monitoreo constante; *Babybe* complementa este sistema con un aspecto emocional, que es el apego a la madre. Aquí la relación entre el cuerpo y la máquina se vuelve necesario no solamente por medio de lo técnico, sino que a través de la percepción.

Figura 46: *Babybe* (ca. 2012), Camilo Anabalón y Raphael Lang. Santiago, Chile y Stuttgart, Alemania.

## 3.4. Entrevistas con Expertos

### 3.4.1. Entrevista con Rodrigo Cubillos

Institución: Instituto Teletón Santiago

Cargo: Jefe Unidad Tecnológica Asistida

Fecha Entrevista: Diciembre 2014

Lugar: Instituto Teletón Santiago

#### Resumen

La entrevista con Rodrigo Cubillos consistió, primero, en una conversación sobre tipos de tecnologías de rehabilitación con las que se trabaja en la Teletón —como el *Lokomat*— a las cuales los individuos se acoplan para *performar*, por así decirlo, entrenamientos que buscan conseguir mejoras en la musculatura o incluso en el sistema motor dañado. Es interesante que muchas de estas tecnologías apelan a metáforas visuales y/o de juego para que los pacientes se vinculen más naturalmente a ellas, dotándolas al fin de cuentas de una condición performativa.

Luego, la entrevista profundizó en los tipos de individuos que sufren de lesiones a la columna y por consecuencia en su capacidad motora, y la relación que ellos establecen con las tecnologías para su rehabilitación y asistencia. En ese sentido, Rodrigo Cubillos se refiere a los sujetos que han sufrido accidentes que los dejan con lesiones medulares graves —que los afectaron del cuello hacia abajo— como personas que se describen a sí mismas como con “la cabeza en el aire”, pues no sólo su función motora se ha visto afectada, sino también su condición perceptiva; se podría decir entonces, que es como si el cuerpo desapareciera.

“Aquellos con lesiones medulares graves, del cuello hacia abajo, los tetraplégicos, se describen a sí mismos diciendo que su cabeza está en el aire, es decir, se pierde la sensación del cuerpo”

Por último Cubillos señala que las personas que utilizan tecnologías de rehabilitación y asistenciales van construyendo un vínculo íntimo con estos aparatos, y que a pesar de que aún no hemos llegado —más allá de lo experimental— al punto donde las prótesis funcionen a partir de estímulos neuronales como en las películas de ciencia ficción, las personas con las que él trabaja, sí parecen sentir que estas máquinas pasan a ser parte de sus cuerpos.

### 3.4.2. Entrevista con Rocío Troc Moraga

Institución: Universidad de Chile

Cargo: Jefe de Carrera Diseño Teatral

Fecha Entrevista: Enero 2015

Lugar: Facultad de Artes, sede Centro

#### Resumen

La entrevista con Rocío Troc se enfocó en conocer cuáles son los modos en que el diseño teatral aborda el trabajo con objetos y aparatos maquínicos en el espacio escenográfico. En aquel sentido, Troc partió señalando que el diseño teatral consiste en la creación de la visualidad y especialidad de una obra escénica, entendiendo que lo primero está determinado en buena medida por la iluminación y lo segundo por los objetos y la escenografía misma, tomando en cuenta siempre, que a diferencia de las artes visuales, la cuestión dramática y la narrativa son aspectos fundamentales del trabajo de los diseñadores teatrales. Así, Troc indica que al crear, la presencia humana viva en la escena es un aspecto fundamental a tomar en cuenta, cuestión que dialoga de forma interesante con mi interés por indagar en la relación entre lo maquínico y el cuerpo humano.

“Las escenografías y los objetos son justamente máquinas que ayudan a la máquina del actor”

En lo relativo a las particularidades de mi proyecto, Troc mencionó que desde su perspectiva éste puede entenderse como un evento escénico, pues se propone que en un espacio determinado —el Anfiteatro de Anatomía de la Universidad de Chile— concurrán en un instante dado un dispositivo u objeto escénico, acoplado a un actor vivo —el visitante. Para Troc es interesante la incorporación de vínculos entre objetos o dispositivos artificiales y la presencia humana, —lo cual ejemplifica con el trabajo del canadiense Denis Marleau— pues permite configurar nuevos modos de comprender el texto o narrativa que se busca desplegar, y que para el caso de mi proyecto puede asociarse el pensamiento moderno que el Museo de Anatomía proyecta.

### 3.4.3. Entrevista con Pablo Garrido

Institución: Centro de Artes Aéreas

Cargo: Director Centro de Artes Aéreas

Fecha Entrevista: Diciembre 2014

Lugar: Centro de Artes Aéreas, Aldea del Encuentro, La Reina

#### Resumen

La entrevista con Pablo Garrido abordó la relación entre el trapecista —particularmente su cuerpo—, el aparato técnico que posibilita su acto —el trapecio— y condiciones como la estabilidad y el equilibrio. En ese sentido Pablo señala que las habilidades principales de un trapecista para desarrollar sus rutinas son la postura del cuerpo, la fuerza y el desarrollo motor; todo esto es lo que permite finalmente encontrar la fluidez necesaria en los movimientos propios de su arte. Respecto del trapecio en tanto aparato y estructura técnica, Pablo que señala que éste entrega soporte pues es un lugar dónde permanecer de modo relativamente estable. Al mismo tiempo señala que este aparato constituye un eje de circulación y giro, convirtiéndose, por así decirlo, en el “piso del trapecista” permitiéndole “caminar en el aire”.

“Manejar el desequilibrio tiene que ver con manejar técnicamente cómo protegerte al caer”

Para Pablo Garrido, el trapecio consiste principalmente en tener control del desequilibrio y la inestabilidad, lo cual se logra a través de un trabajo muy cuidado del cuerpo y su fuerza en coordinación con el sistema de andamiajes que conforman el trapecio en tanto estructura técnica. Es en la sincronía virtuosa entre trapecio y posturas del cuerpo humano, que se puede circular de modo controlado entre equilibrio y desequilibrio, con el fin de desarrollar un acto armónico y fluido; que es finalmente lo que caracteriza a este arte circense.

### 3.4.4. Entrevista con Lorena Hurtado

Institución: Carrera de Danza U. ARCIS y Carrera de Danza U. de Chile

Cargo: Directora Carrera de Danza U. ARCIS y docente U. de Chile

Fecha Entrevista: Diciembre 2014

Lugar: Facultad de Artes, sede Centro, U. de Chile

#### Resumen

La entrevista con Lorena Hurtado giró en torno a cómo la historia ha impactado la evolución de la danza en tanto práctica artística, y de este modo, cómo los movimientos del cuerpo, y este mismo, han tenido un papel variado en el desarrollo de esta disciplina. Primero como un elemento formal que permitía configurar la narración de una historia —como es el caso del ballet clásico— hasta la danza moderna, donde el cuerpo y sus movimientos se convirtieron en un objeto de estudio por sí mismo, y no ya al servicio de objetivos dramáticos.

“La danza siempre siempre está llegando al límite, y hay conceptos como *caer y recuperar* que implica dejar caer el peso del cuerpo, y en esa misma caída el cuerpo puede recuperarse... lo cual está asociado a la relación vida y muerte, como la constante lucha del ser humano de sobreponerse”.

Hurtado me hace ver así, que este giro en el foco de la danza está sin duda influenciado por acontecimientos como la Revolución Industrial, donde la instalación de las máquinas como centro del desarrollo social, fue visto por algunos como un desplazamiento de lo humano. Así la danza —de algún modo como contrarrespuesta— toma al ser humano y particularmente su cuerpo, como el elemento central de su preocupación, ya sea de modo directo o como alegoría del sentir de los sujetos en aquel nuevo mundo. Hurtado asocia de este modo, conceptos de danza como el *caer y recuperar*, al camino entre vida y muerte que inevitablemente toda persona debe realizar.

### 3.4.5. Entrevista con Dr. Julio Cárdenas Valenzuela

Institución: Universidad de Chile

Cargo: Director Museo de Anatomía, U. de Chile

Fecha Entrevista: Diciembre 2014

Lugar: Museo de Anatomía, U. de Chile

#### Resumen

La entrevista con el profesor Dr. Julio Cárdenas trató primero, sobre cómo la evolución de la enseñanza de la anatomía puede entenderse a partir de espacios como el Anfiteatro de Anatomía de la Universidad de Chile; y luego, sobre el papel que tiene la columna vertebral en tanto objeto de estudio dentro de dicha disciplina, y cómo ésta permite establecer asociaciones conceptuales con otros espacios disciplinares y tecnológicos.

Así, el profesor partió señalando que la figura del anfiteatro anatómico permite entender de modo concreto, cómo en los albores de dicha disciplina, el cuerpo cadavérico se instala en el centro de la enseñanza de dicha disciplina, la cual, siempre tuvo dos ramas; la práctica, dada por la disección del cadáver, y la teórica, dada por la exposición docente del facultativo que dirigía la intervención. De hecho, señala el doctor, a la mesa de disección que originalmente se ubicaba en el punto central de los anfiteatros, se suman primero la pizarra y la tiza —que permite dejar registro sistemático del conocimiento empírico con el cuerpo— y posteriormente, láminas ilustradas que permitían apoyar las cátedras. Hasta ese momento, recuerda el profesor Cárdenas, anfiteatros como el de la Universidad necesitaban que la luz entrase a raudales, pues tanto el cuerpo como las láminas debían contar con iluminación generosa. Sin embargo, la incorporación de medios electrónicos a las cátedras de anatomía —como las máquinas de diapositivas primero, y luego el proyector— ha llevado a modificar parte de la arquitectura del Anfiteatro de Anatomía de la Universidad, pues las clases de hoy en día se realizan en ambientes más bien oscuros. Cabe destacar que aquello se debe también a que con el tiempo, dada la mayor cantidad de estudiantes, su necesidad de contar con conocimientos más acotados y precisos, así como la posibilidad de mantener en mejor estado los cuerpos, ha llevado que la clase práctica con cadáveres se realice en pabellones contiguos, y en el Anfiteatro se realicen sólo cátedras teóricas.

Por otro lado, en lo referido a la columna vertebral en específico, el Dr. Cárdenas señala que ésta es fundamental para entender el estado de evolución del ser humano en lo que él llama su “bípeda estación”, pues es a partir de la columna vertebral que las personas logran erguirse y encontrar un eje de equilibrio permanente. En la enseñanza de la anatomía, esto se hace evidente cuando se estudia el desarrollo y crecimiento de la columna versus la médula espinal, las cuales al momento del nacer son del mismo tamaño, pero mientras los seres humanos avanzan a la edad adulta, la médula queda de un tamaño menor, desplegándose como nervios espinales y desde ahí en terminaciones nerviosas cutáneas, que señalan que dicho sistema está aún estructurado para un andar cuadrúpedo; mientras que ha sido la evolución la columna vertebral la que nos permitió levantarnos, por así decirlo, y tomar una posición perceptual distinta, y que nos hace ser quienes somos.

“Nosotros ya no nos preocupamos mucho de andar equilibrándonos en el espacio para no caernos, para no trastabillar, para no lateralizarnos, [y todo eso] es gracias a esta columna que no es rígida, que tiene sus curvaturas y que de alguna forma nos permite vivir en esta bípeda estación, [lo] que se nos ha hecho tan habitual, que a la gente se le ha olvidado que fuimos animales cuadrúpedos”.

Por último, el profesor Cárdenas señala que efectivamente es posible establecer asociaciones entre la estructura de la columna y las tecnologías mecánicas, o incluso, con la idea de lo maquínico. Esto, de acuerdo al doctor, se da en un nivel conceptual por una parte, permitiendo simplificar y aislar conceptos que se quieren abordar de manera acotada, y luego en un nivel práctico, pues permite establecer analogías y representaciones morfológicas o de movimientos que son necesarias para iniciar el acercamiento empírico al estudio del cuerpo.

## **4. Fase de Creación**

## 4.1. Experimentación Inicial

### 4.1.1. Exploración creativa

**I.** En esta primera exploración me basé en la búsqueda del equilibrio, como mediación para el entendimiento del funcionamiento de la columna vertebral en una clase de anatomía, por medio de una instalación a modo de andamiaje técnico. Esta propuesta es una cita al *deus ex machina* de la tragedia griega; un aparato técnico en tanto recurso narrativo, que daría a conocer la corporalidad a través de lo erecto y el equilibrio. La máquina expuesta y visible, es una referencia a los montajes de Meyerhold, exhibiéndose como tal en la escena. Por medio de una intervención en el Anfiteatro de Anatomía, una suerte de segunda columna —en este caso del tipo artificial— permitiría así mantener la posición erecta de los individuos que, experimentarían de este modo una de las funciones principales de la columna vertebral humana: el equilibrio.

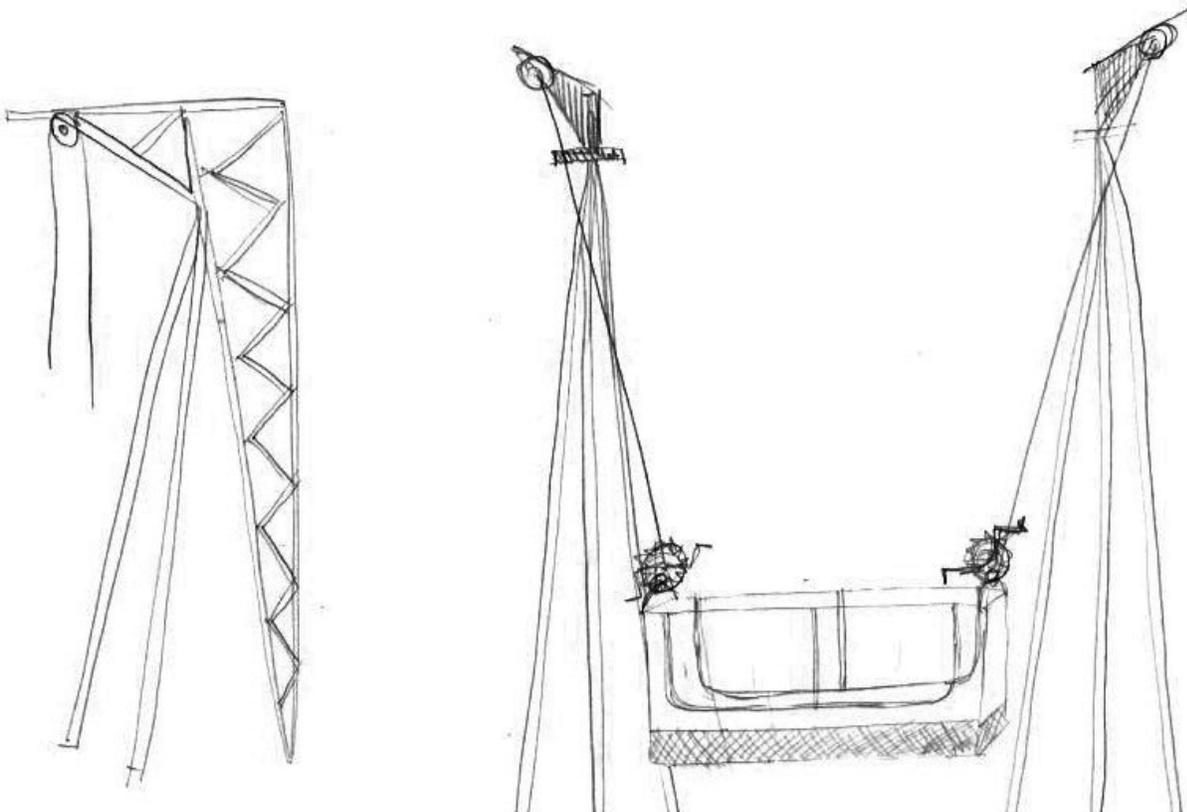


Figura 47: Bocetos andamiajes. Primeras exploraciones.

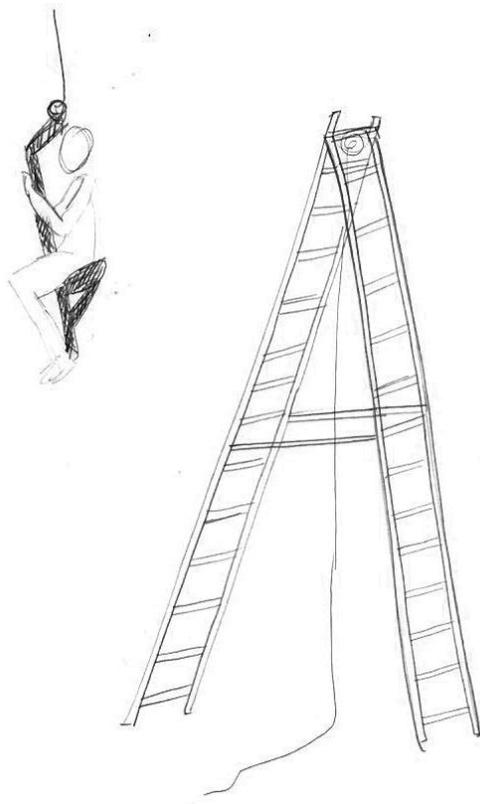


Figura 48: Bocetos andamiajes. Primeras exploraciones.

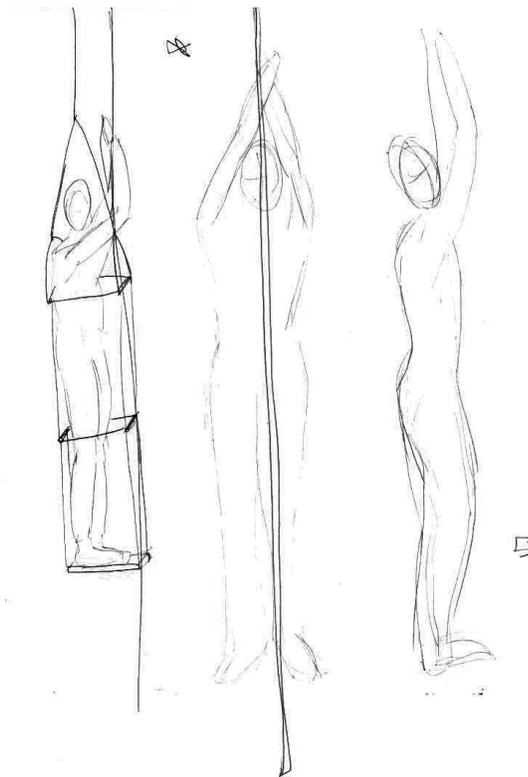


Figura 49: Bocetos arneses. Primeras exploraciones.

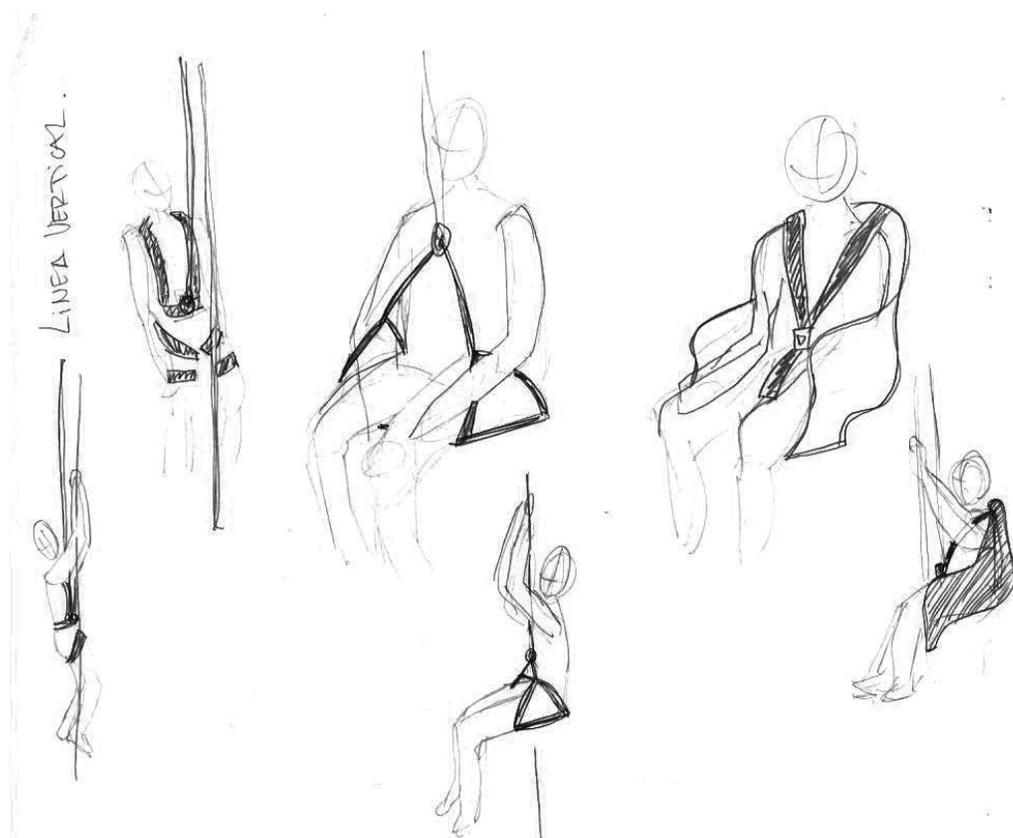


Figura 50: Bocetos arneses. Primeras exploraciones.

**II.** En esta segunda exploración, nuevamente influenciada por la extensión de la biomecánica propuesta por Meyerhold, busqué abstraer el funcionamiento de la columna vertebral —enfocada en el equilibrio o estabilidad que ésta proporciona al cuerpo— para diseñar una máquina que involucre la experiencia del espectador de la clase de anatomía. De esta forma se ampliaría el conocimiento sobre la columna, por medio de la participación del individuo mismo.

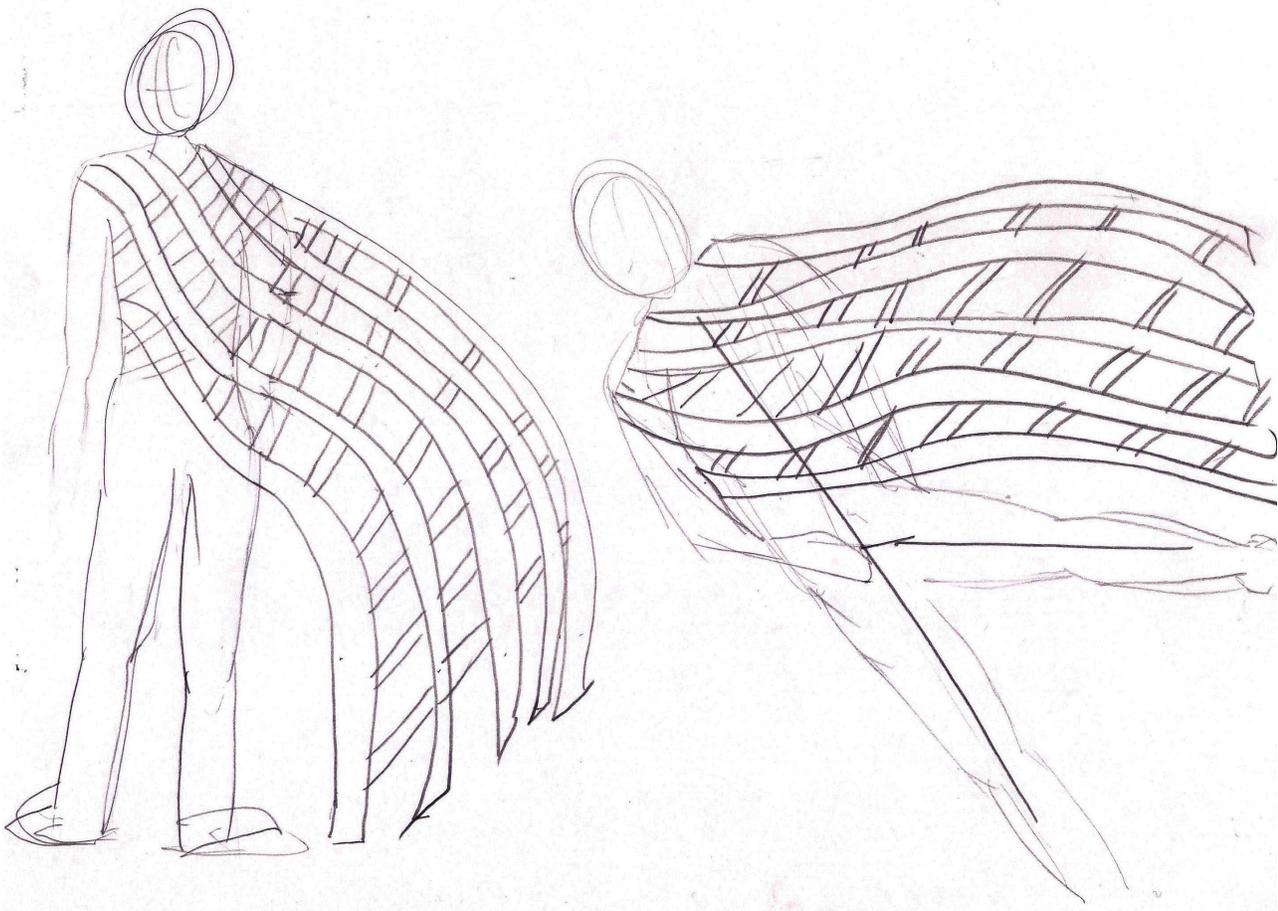


Figura 51: Bocetos equilibrio corporal. Segunda etapa exploratoria.

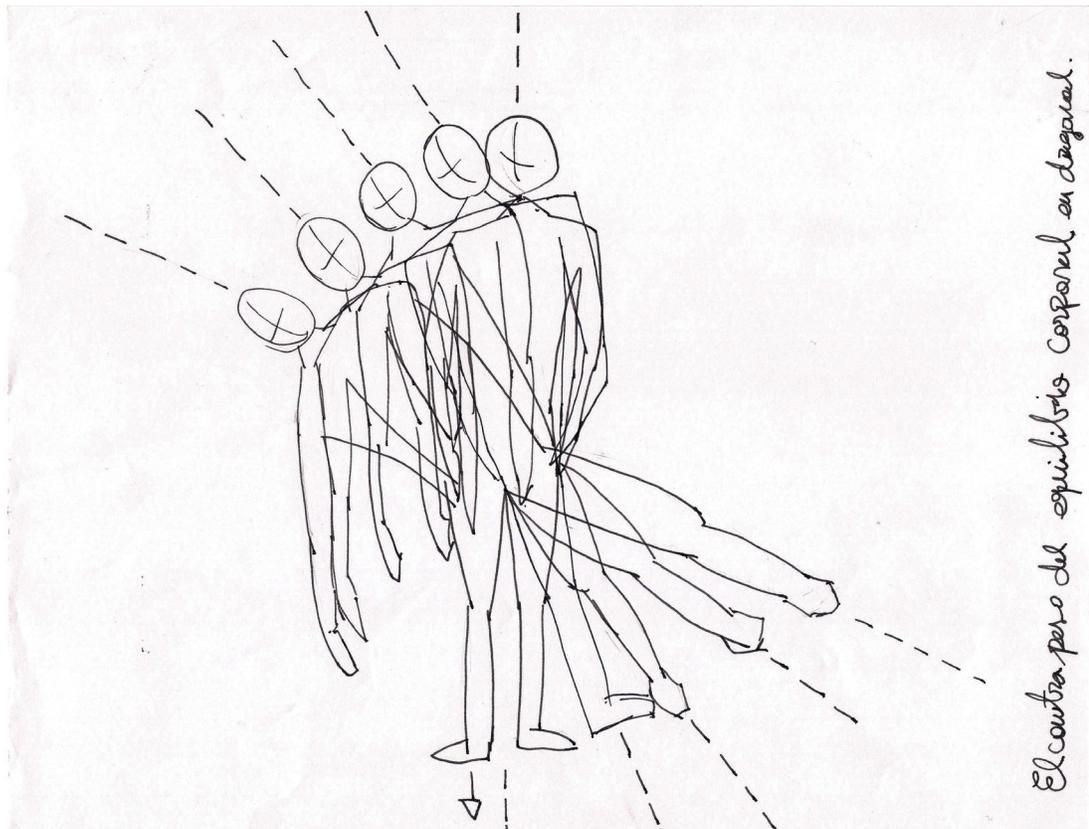


Figura 52: Bocetos equilibrio corporal. Segunda etapa exploratoria.

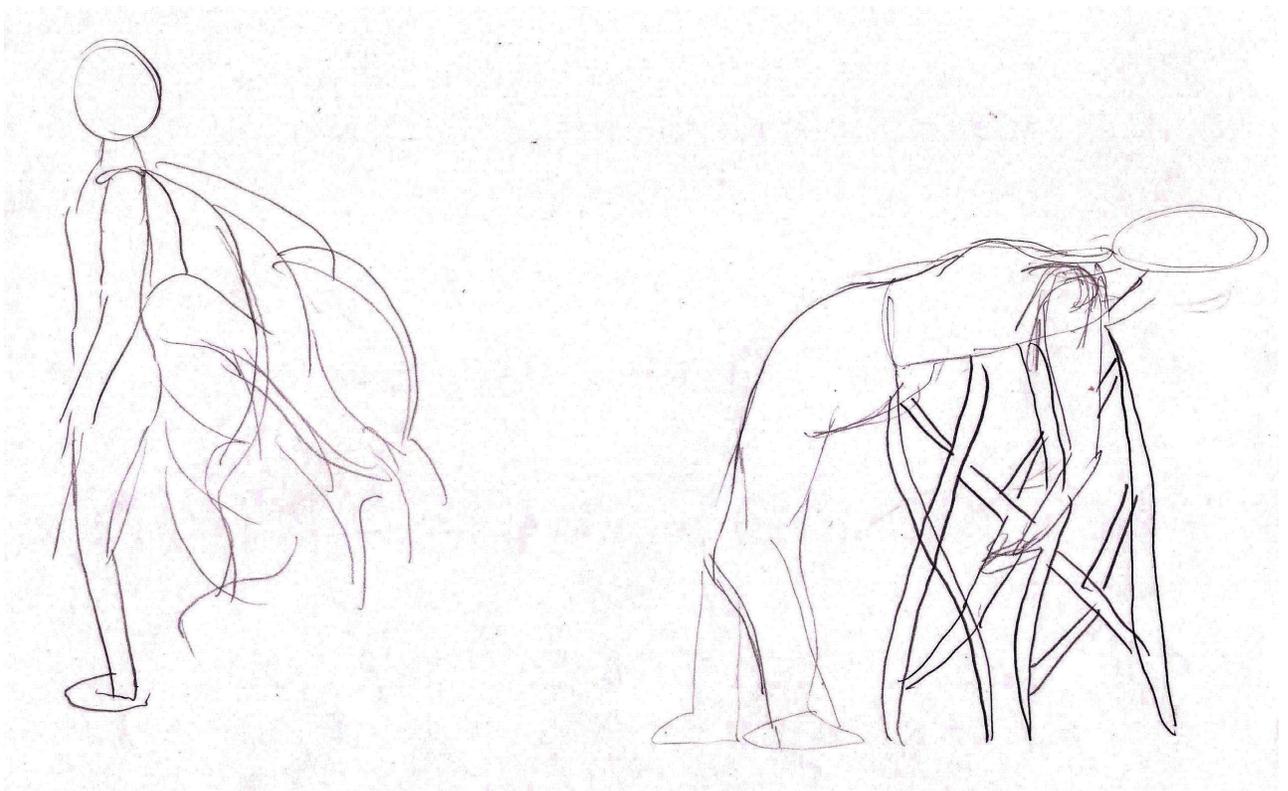


Figura 53: Bocetos equilibrio corporal. Segunda etapa exploratoria.

Trabajo en pareja o grupo \*laban/Brixhuesell

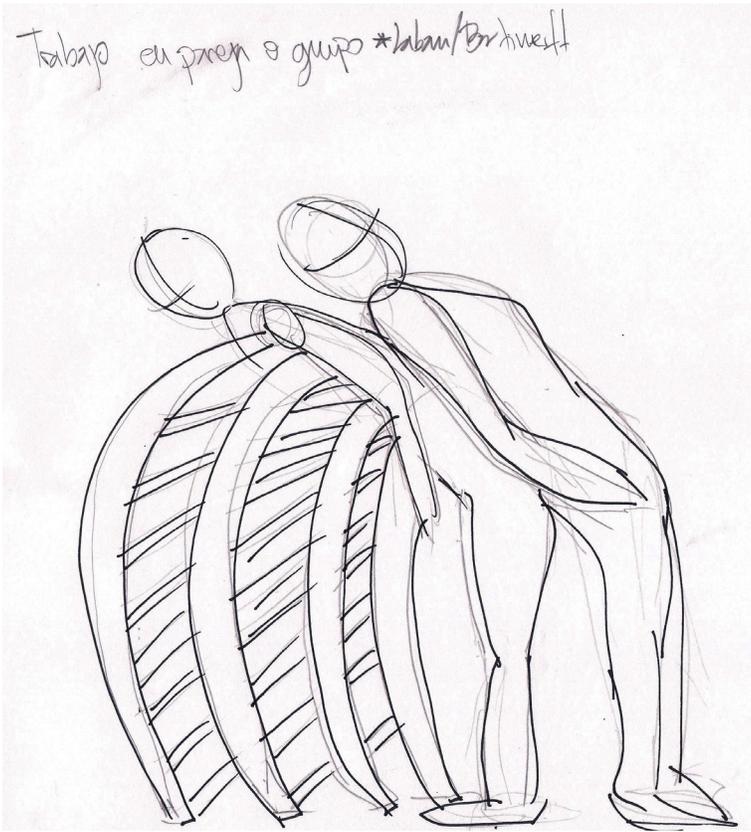


Figura 54: Bocetos equilibrio corporal. Segunda etapa exploratoria.

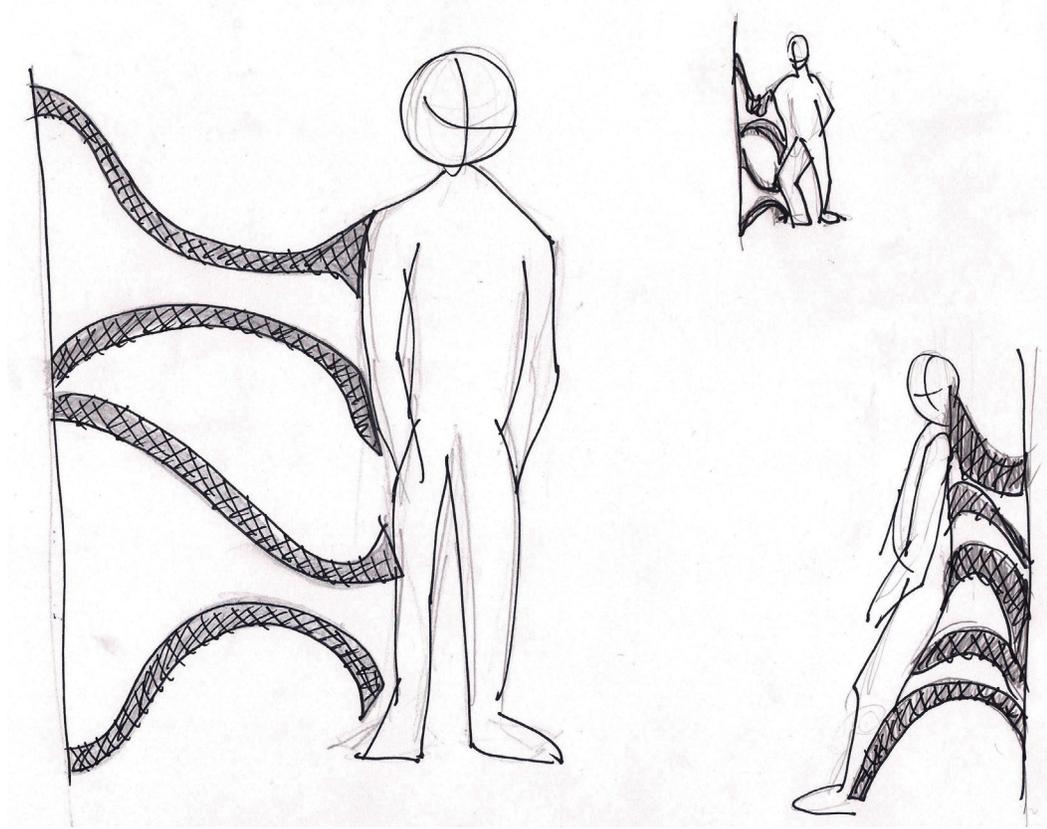


Figura 55: Bocetos equilibrio corporal. Segunda etapa exploratoria.

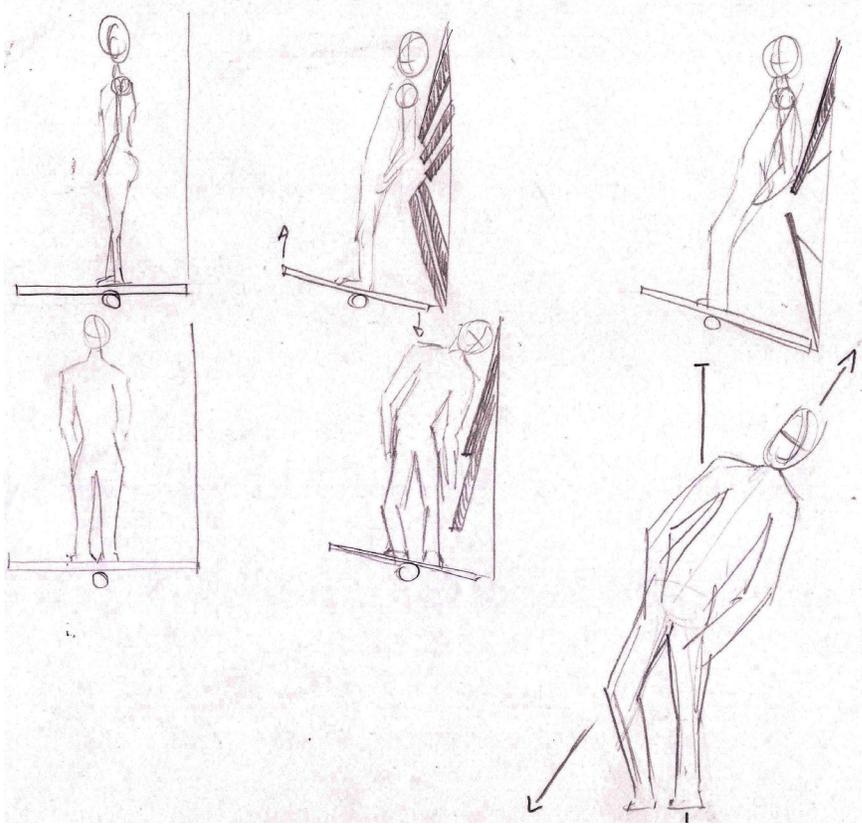


Figura 56: Bocetos equilibrio corporal. Segunda etapa exploratoria.

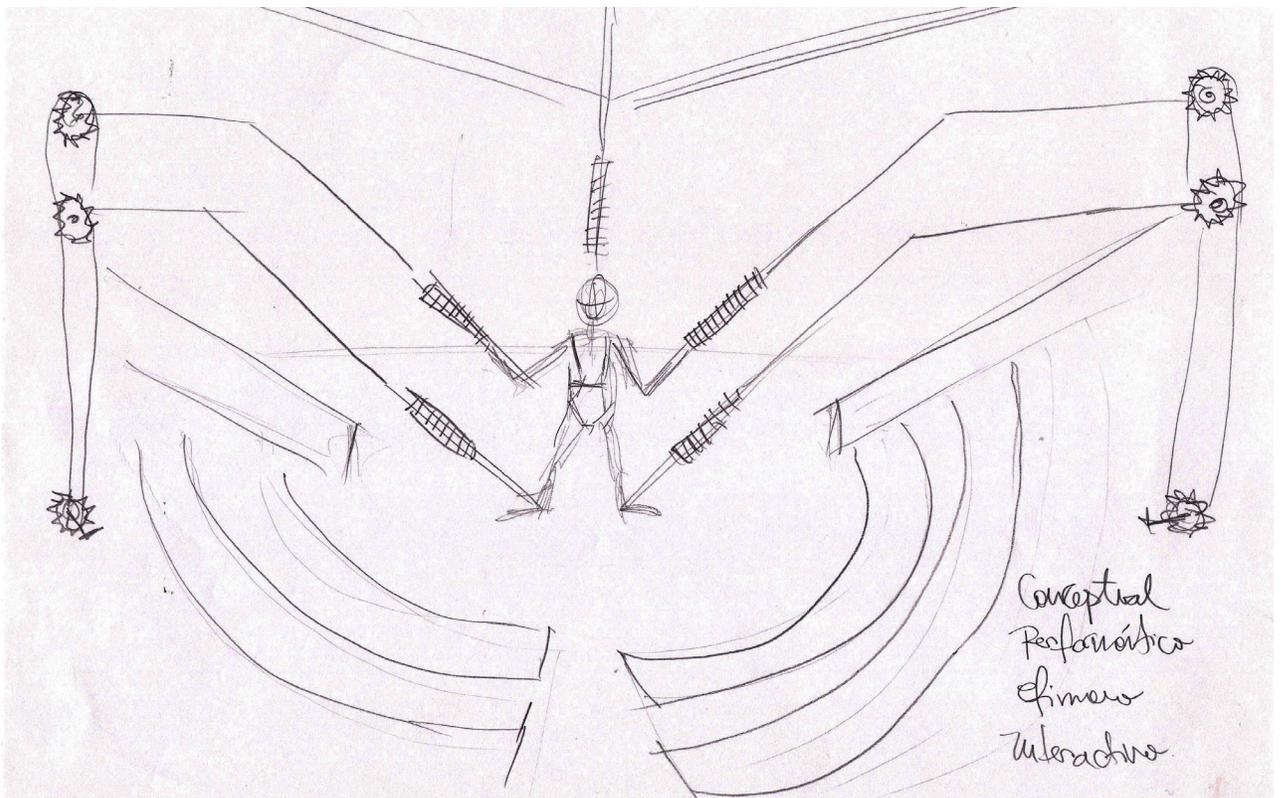


Figura 57: Bocetos equilibrio corporal. Segunda etapa exploratoria.

**III.** Esta tercera exploración tuvo la intención de conjugar la tecnología mecánica con una estructura abstracta que remitiera a la columna vertebral, a través de la utilización de mecanismos propios del motor a combustión, para permitir el movimiento y el acoplamiento de dicha columna artificial. Utilizando el anfiteatro como escenario, y esta máquina en el centro de atención de los asistentes, esta columna artificial aparecería moviendo sus suertes de vértebras a través de ritmos ondulados. Se pretendía rescatar el carácter ominoso de esta propuesta, apelando a la potencial atracción que la estructura y sus movimientos pudiesen causar en el asistente.

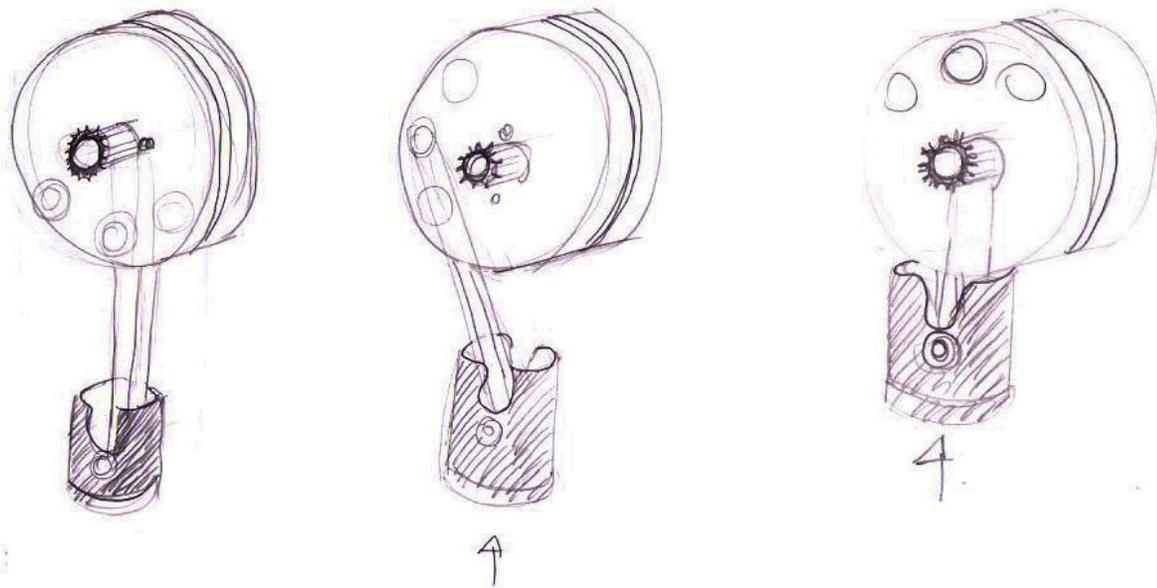


Figura 58: Bocetos estructuras mecánicas (pistones, bielas y levas). Tercera etapa exploratoria.

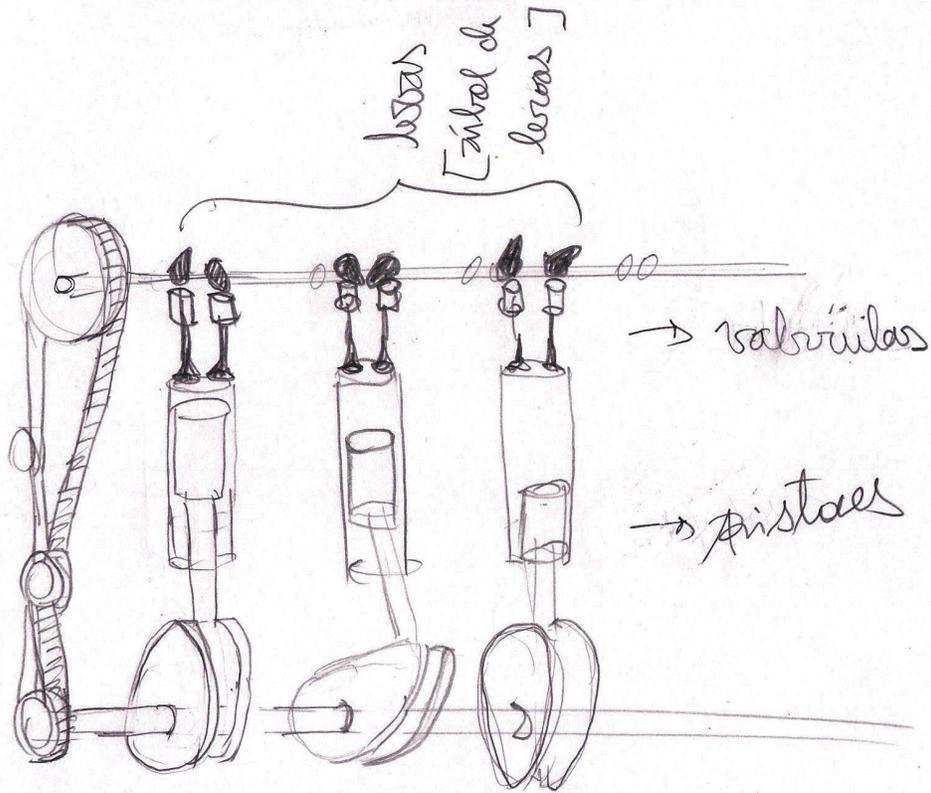


Figura 59: Bocetos estructuras mecánicas (pistones, bielas y levas). Tercera etapa exploratoria.

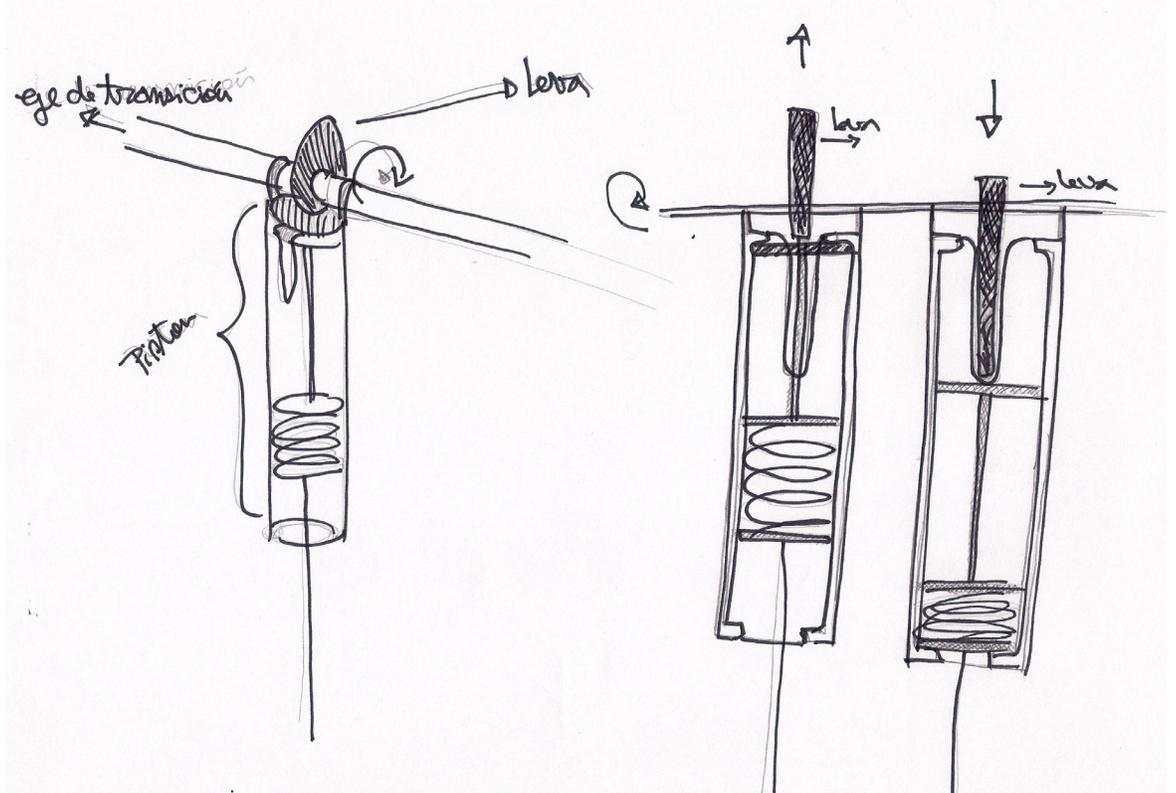


Figura 60: Bocetos estructuras mecánicas (pistones, bielas y levas). Tercera etapa exploratoria.

Los pesos por  
medio de mecanismos  
y energía corporal.

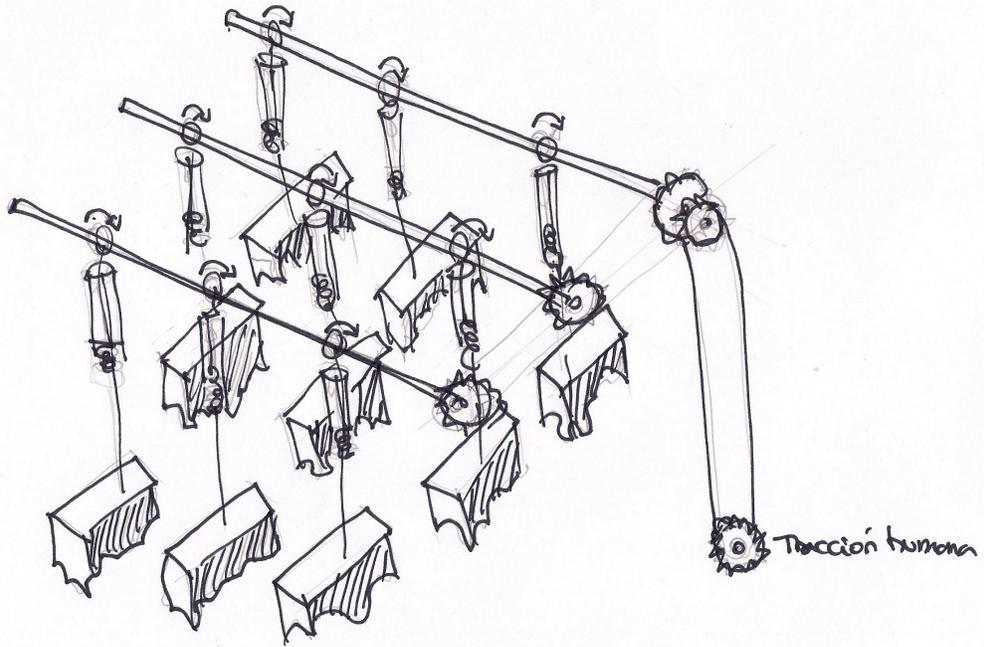


Figura 61: Bocetos estructuras mecánicas. Tercera etapa exploratoria.

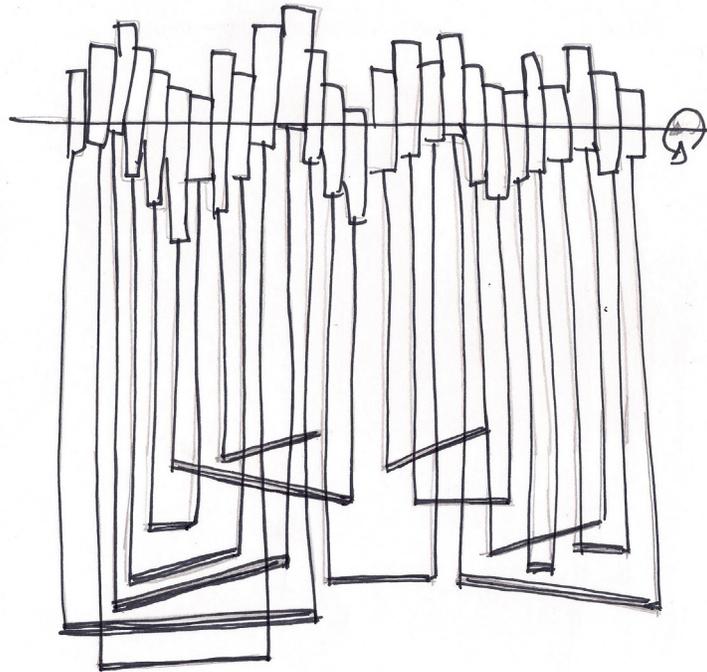


Figura 62: Bocetos estructuras mecánicas. Tercera etapa exploratoria.

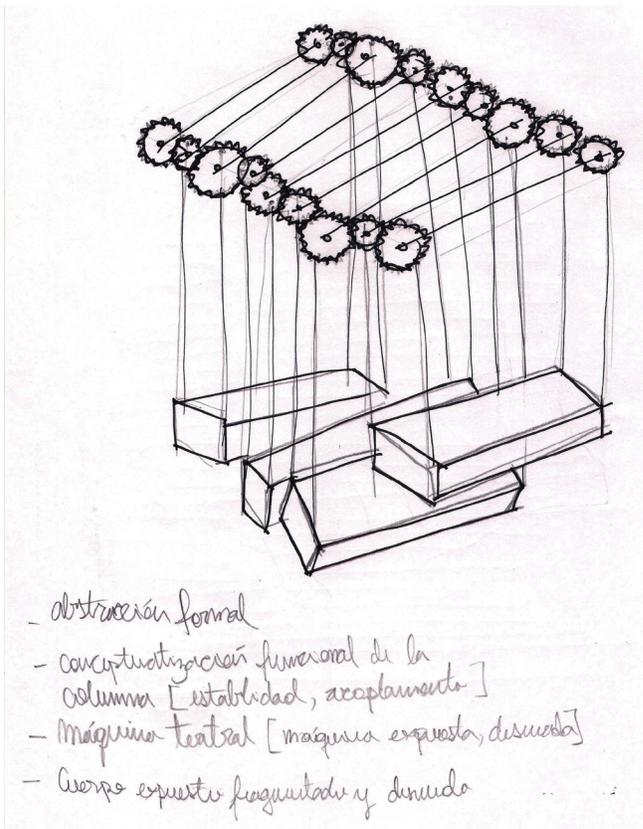


Figura 63: Bocetos estructuras mecánicas. Tercera etapa exploratoria.

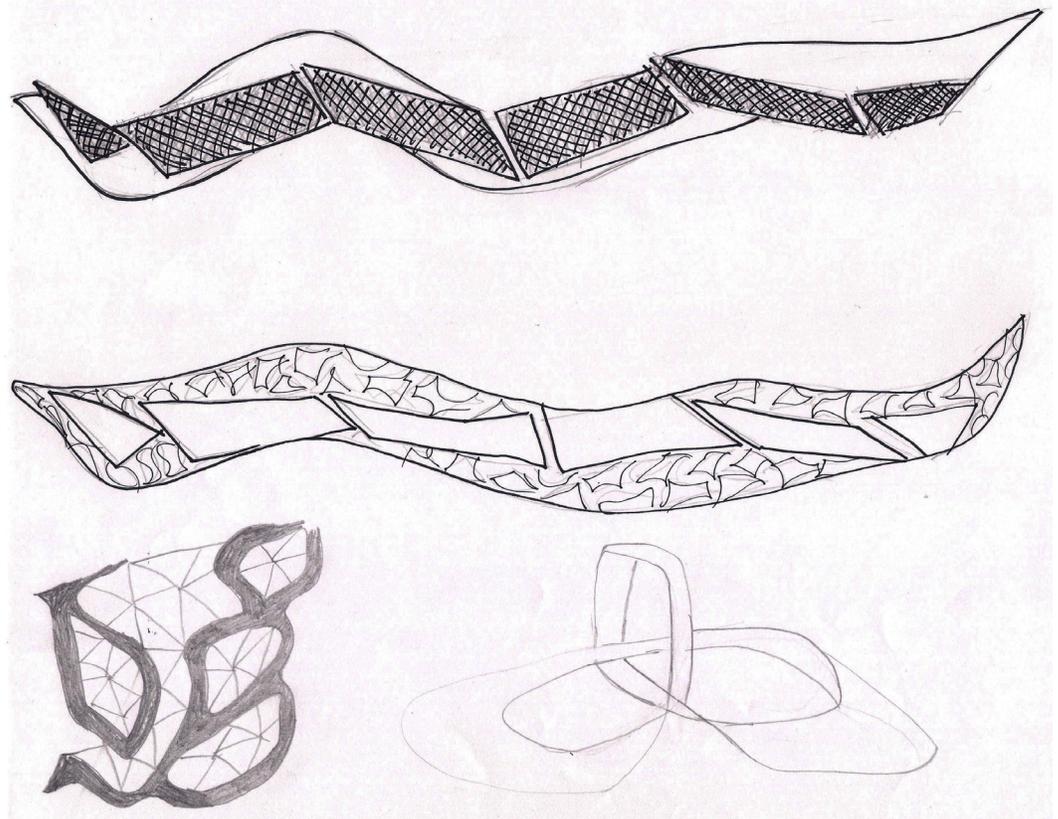


Figura 64: Bocetos estructuras mecánicas. Tercera etapa exploratoria.

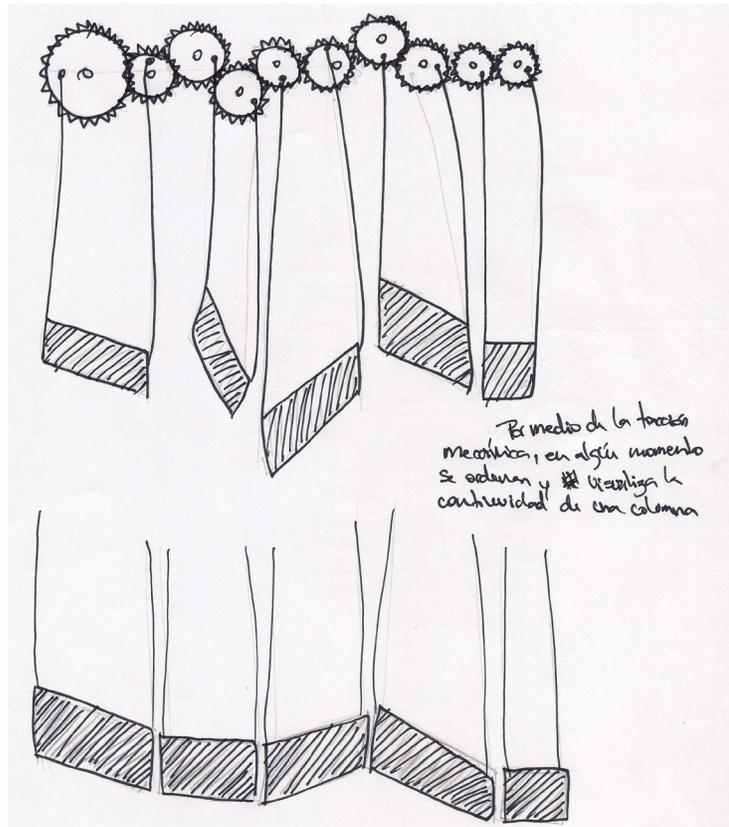


Figura 65: Bocetos estructuras mecánicas y abstracción columna. Tercera etapa exploratoria.

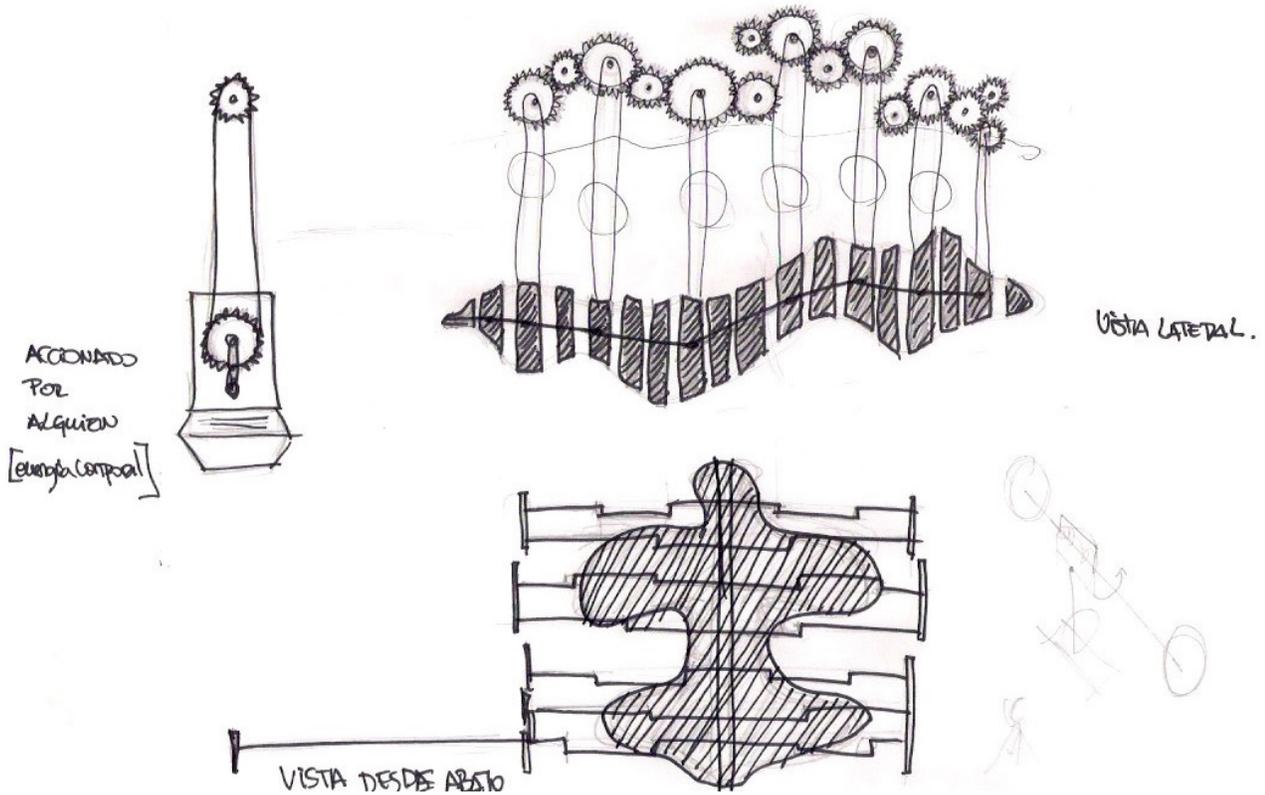


Figura 66: Bocetos estructuras mecánicas y abstracción columna. Tercera etapa exploratoria.

**IV.** La cuarta exploración intentaría nuevamente materializar y exhibir el contraste y vínculo entre lo mecánico artificial con el movimiento estructural de la columna vertebral. Todo esto, puesto en el centro de atención que generaría una mesa anatómica en el Anfiteatro. Esta mesa se transformaría en un exhibidor al momento de mecanizar y darle movimiento a la estructura que sustenta. De nuevo, el carácter ominoso aquí, estaría dado por la replica de la columna que aparecería a través de movimientos ondulatorios.

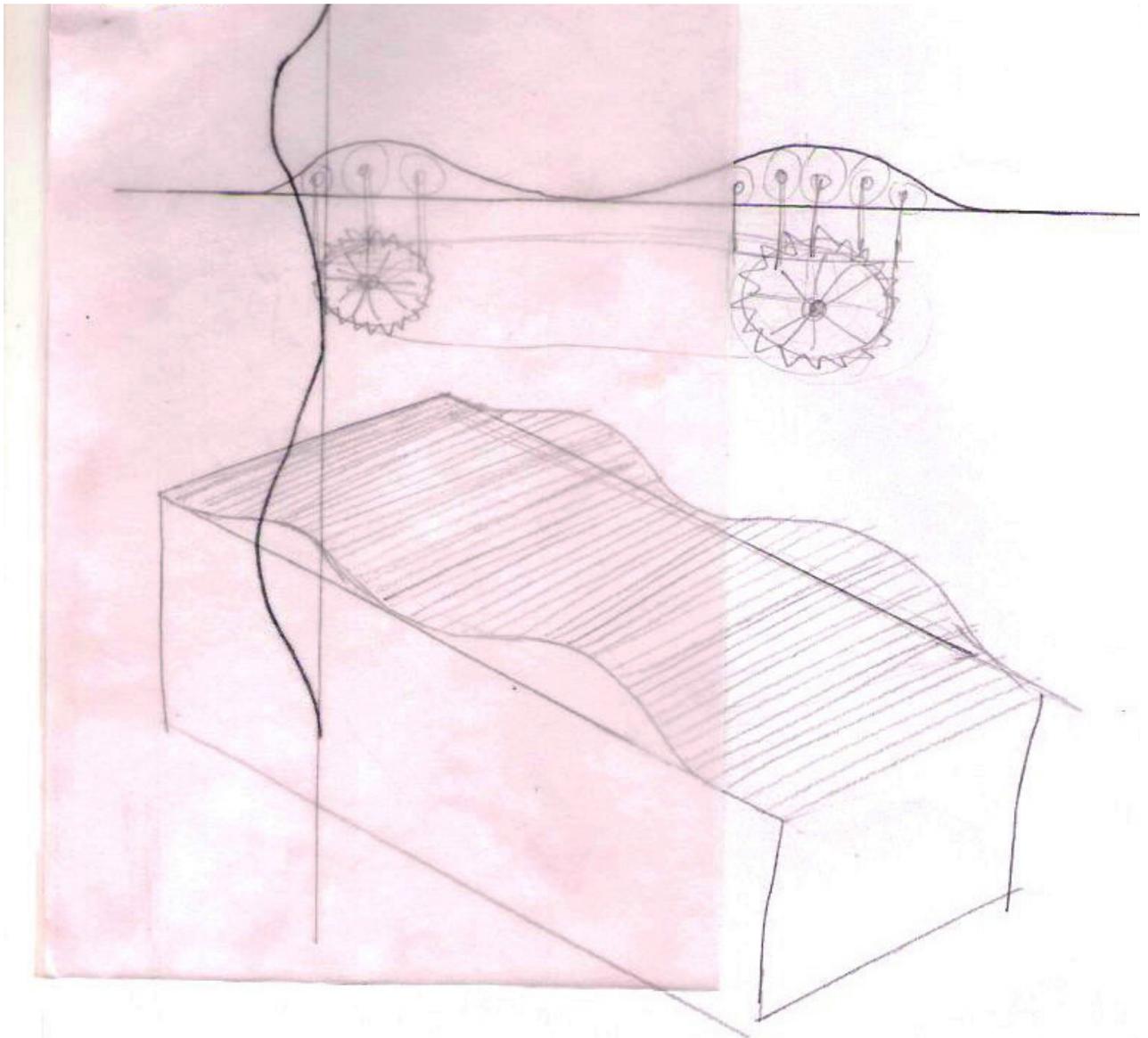


Figura 67: Bocetos estructuras mecánicas (mesa-vitrina). Cuarta etapa exploratoria.

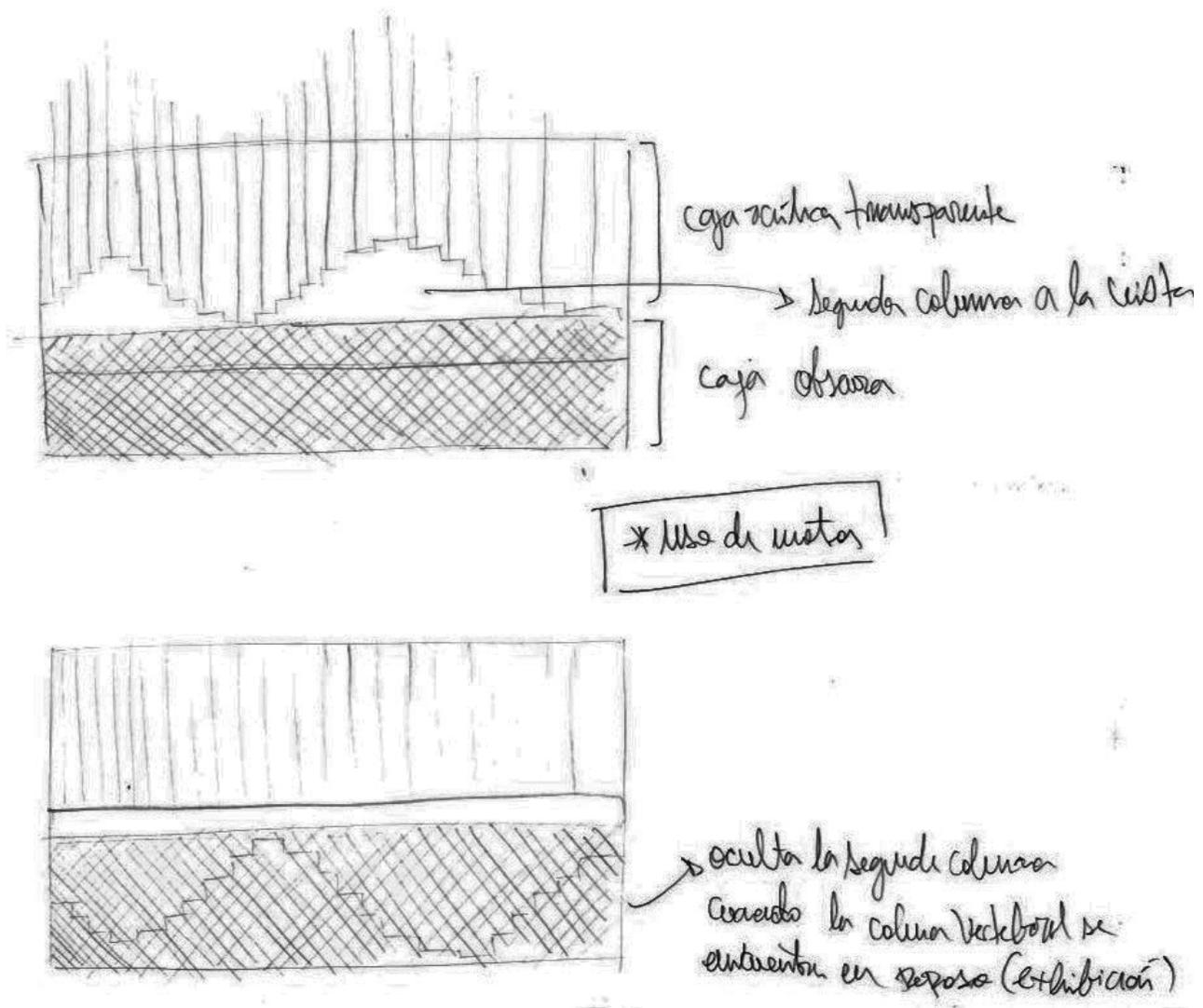


Figura 68: Bocetos estructuras mecánicas (mesa-vitrina). Cuarta etapa exploratoria.

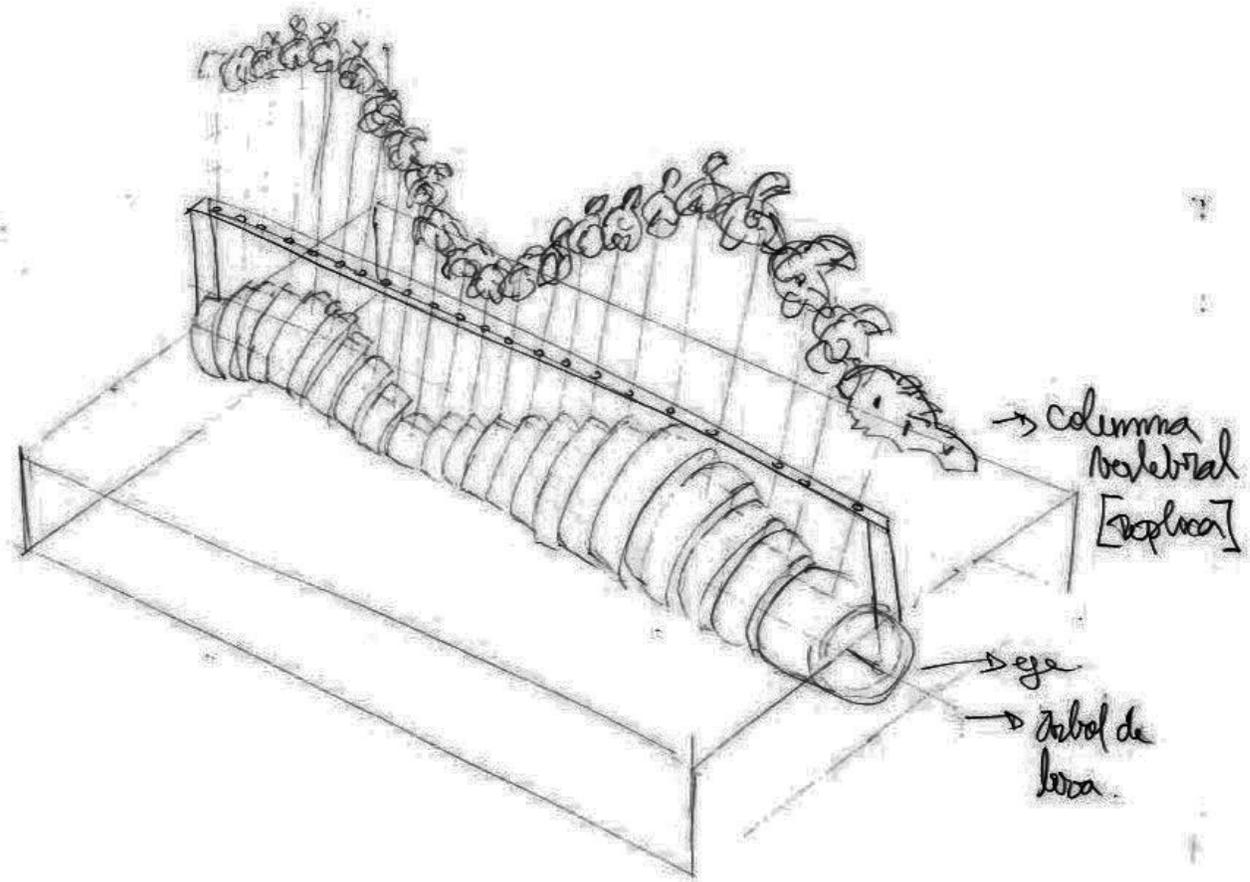


Figura 69: Bocetos estructuras mecánicas (mesa-vitrina). Cuarta etapa exploratoria.

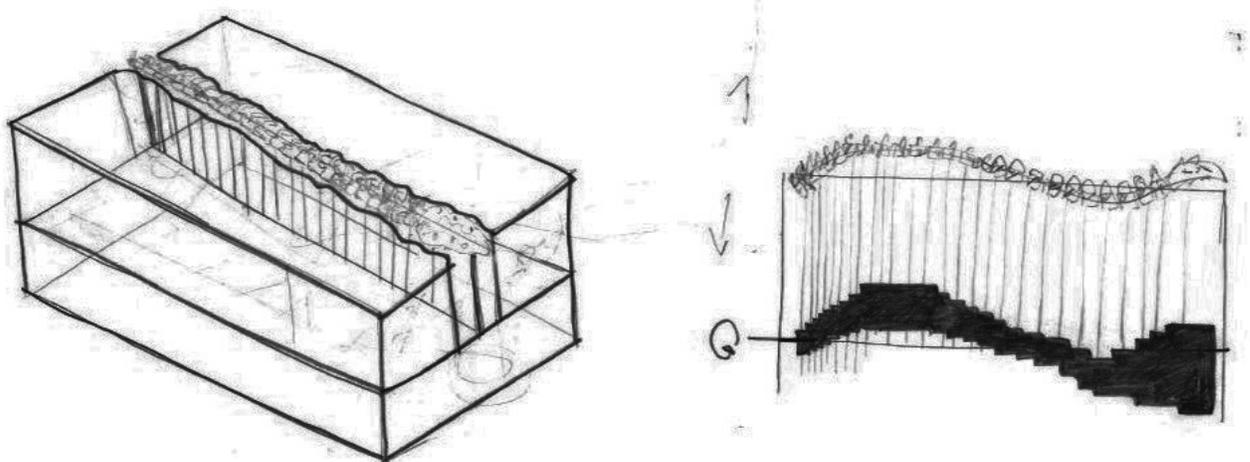


Figura 69: Bocetos estructuras mecánicas (mesa-vitrina). Cuarta etapa exploratoria.

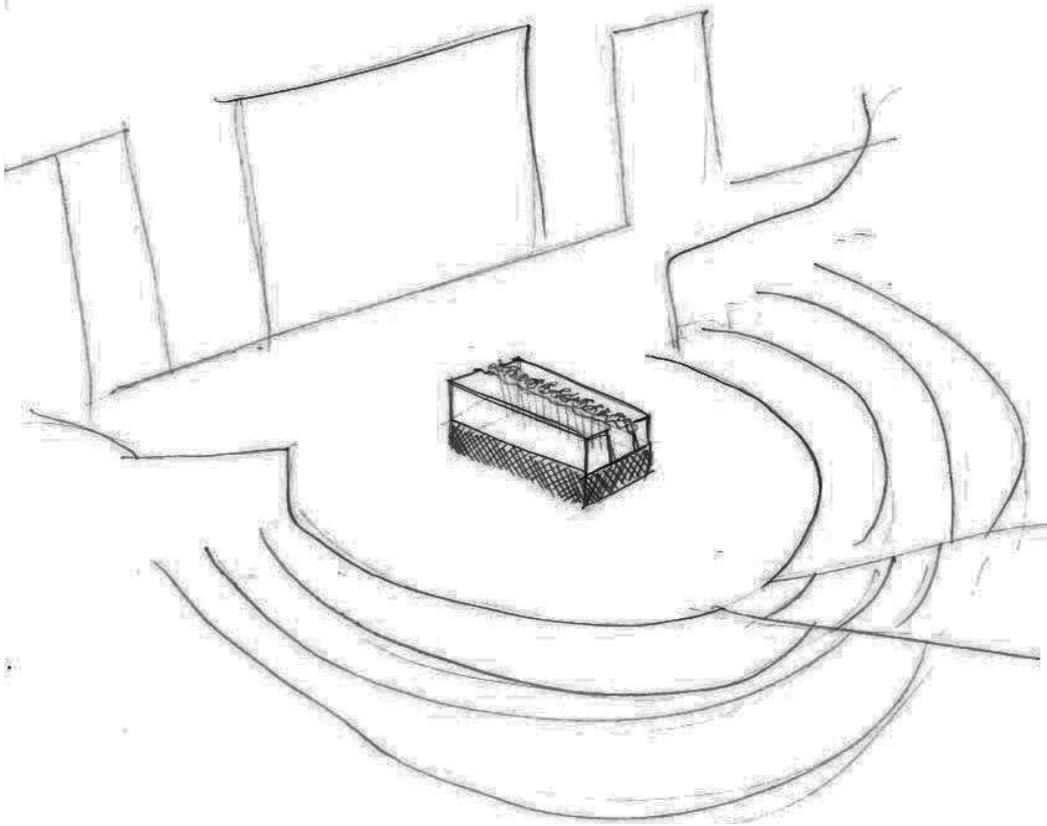


Figura 70: Bocetos estructuras mecánicas (mesa-vitrina). Cuarta etapa exploratoria.

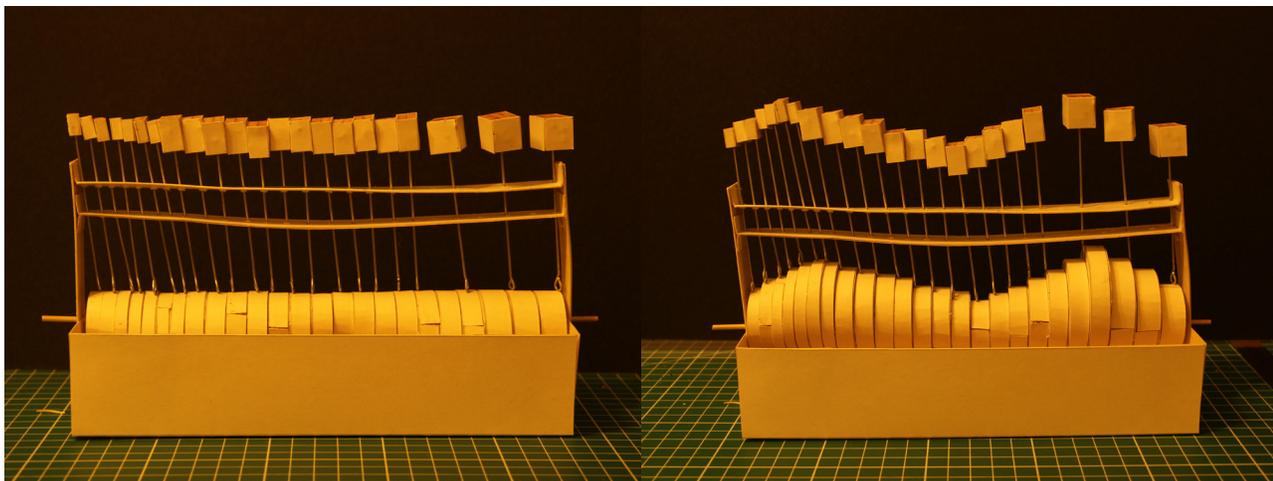
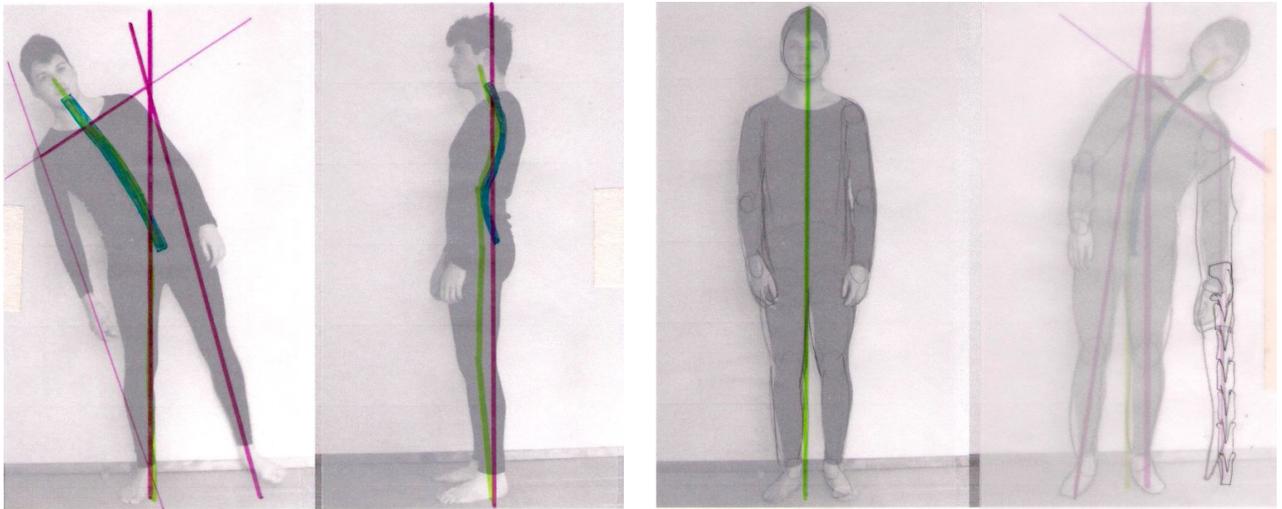
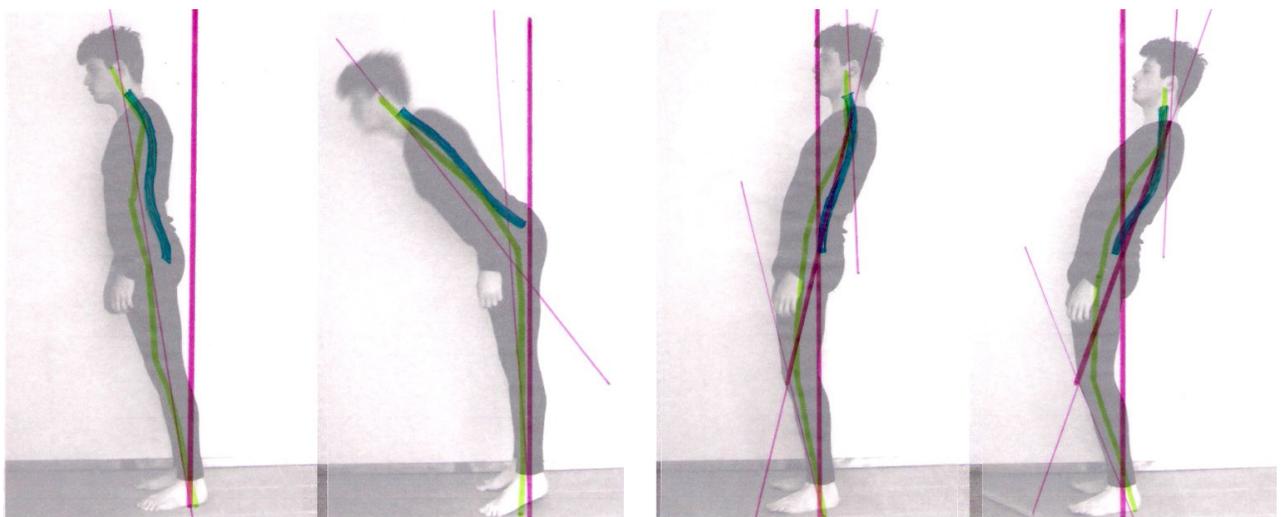


Figura 71: Fotografía maqueta (mesa-vitrina). Cuarta etapa exploratoria.

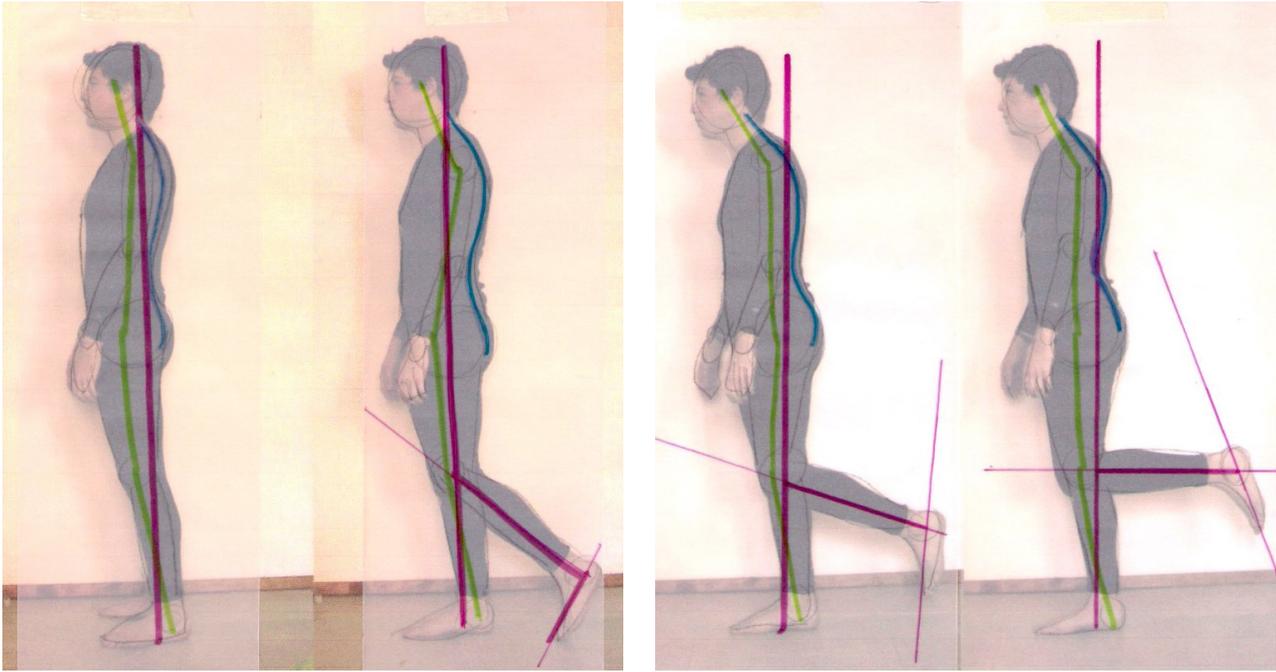
V. A través de la exploración de distintas posiciones del cuerpo erigido y en equilibrio, pude observar las posibilidades de posturas que brinda la columna vertebral. Esto me llevó a cuestionarme las maneras de hacer aparecer el cuerpo, o mejor dicho, la propia corporalidad. Es así como me propongo poner en evidencia la presencia del cuerpo por medio de la limitación y restricción en algunas articulaciones, para que a través del diseño de posiciones determinadas, el esfuerzo haga consciente la propia corporalidad. Esto se lograría por la mediación de prótesis experimentales que fuerzan e inmovilizan diferentes partes de las extremidades inferiores que condicionan la posición erguida del cuerpo.



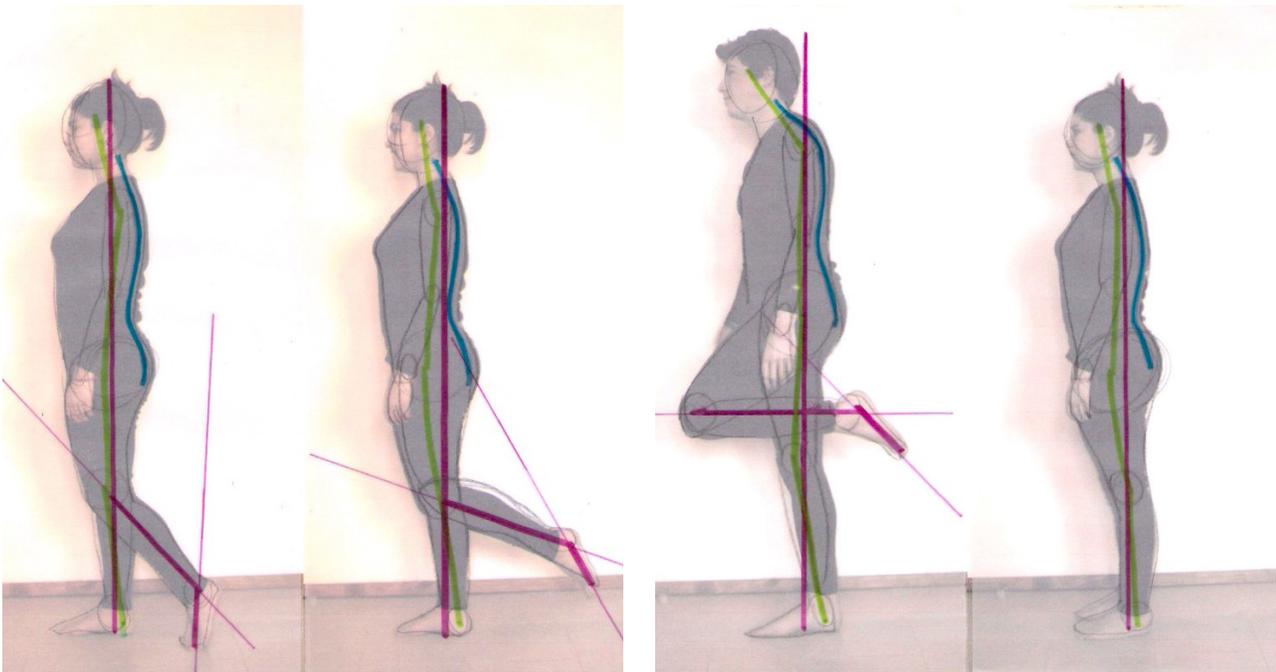
Figuras 72 y 73: Estudios equilibrio corporal. Quinta etapa exploratoria.



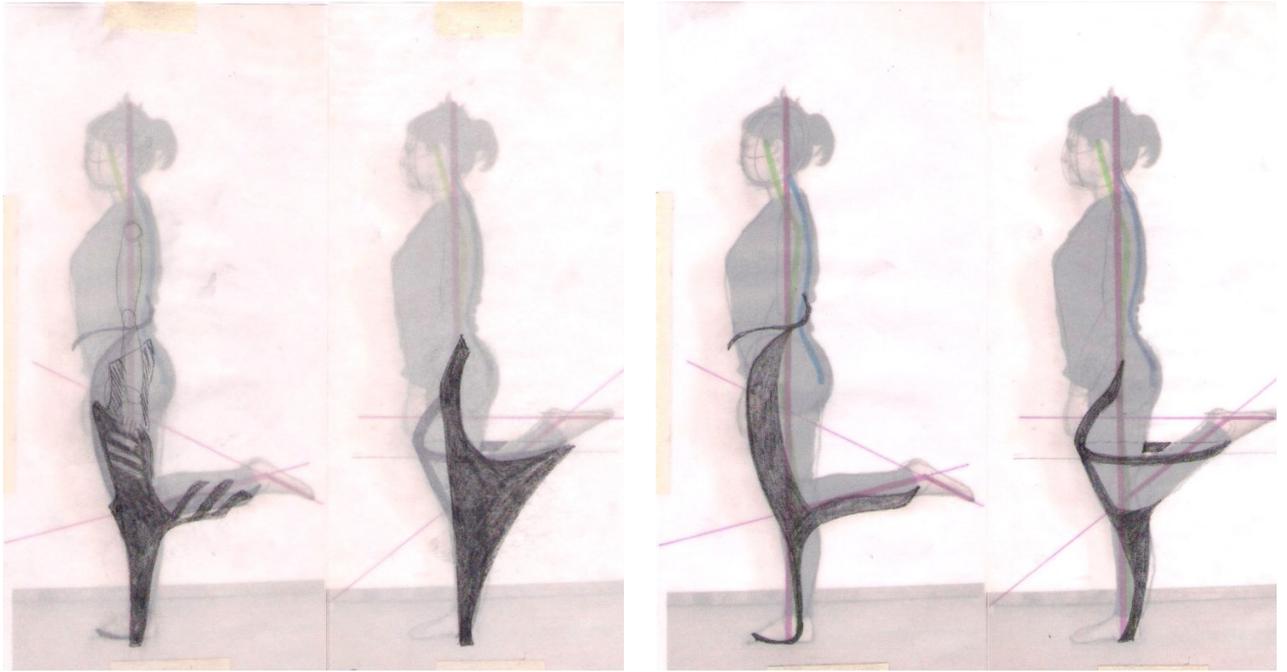
Figuras 74 y 75: Estudios equilibrio corporal. Quinta etapa exploratoria.



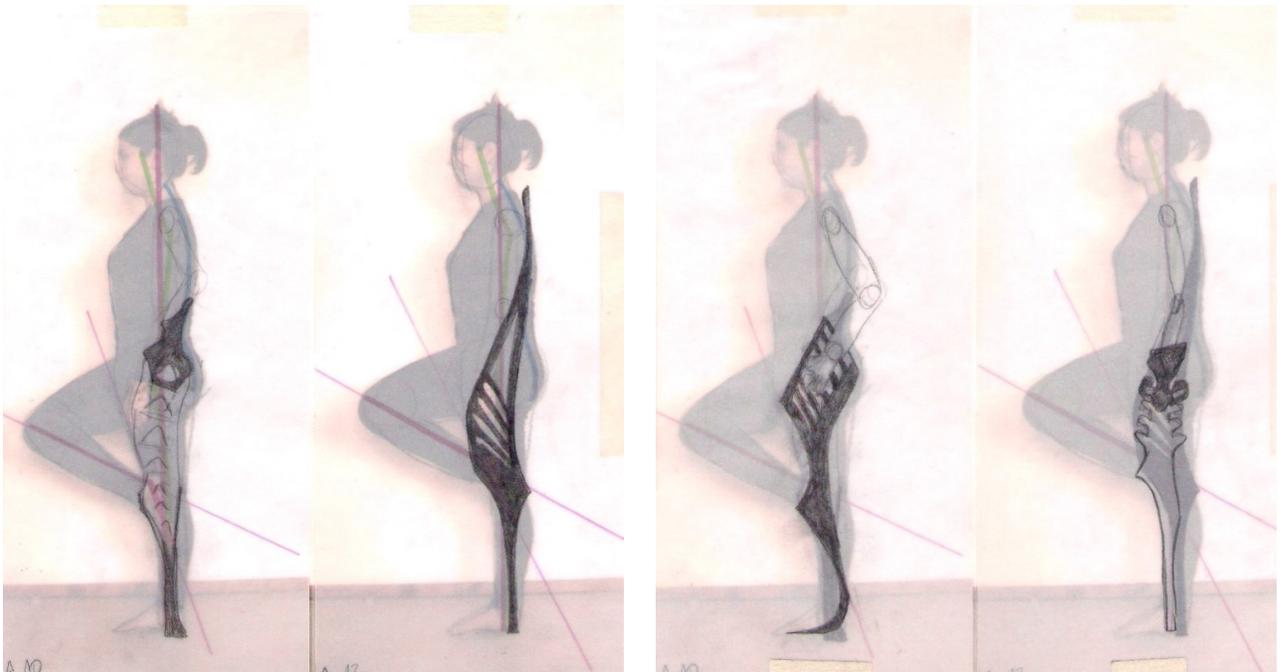
Figuras 76 y 77: Estudios equilibrio corporal. Quinta etapa exploratoria.



Figuras 78 y 79: Estudios equilibrio corporal. Quinta etapa exploratoria.



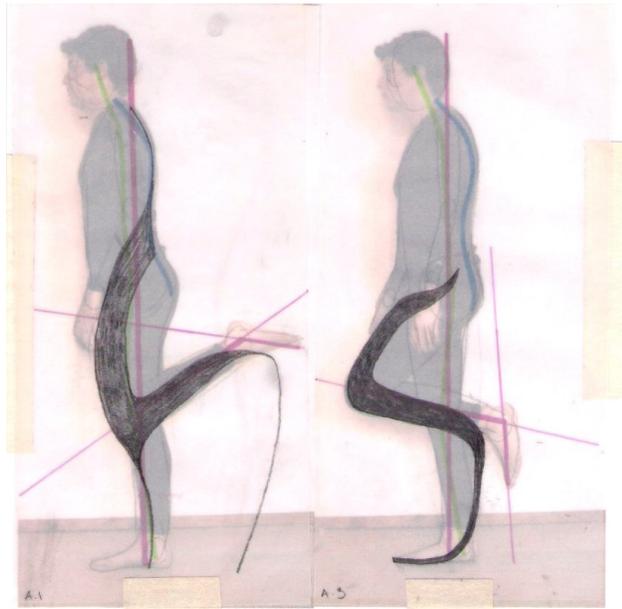
Figuras 80 y 81: Estudios equilibrio corporal. Quinta etapa exploratoria.



Figuras 82 y 83: Estudios equilibrio corporal. Quinta etapa exploratoria.

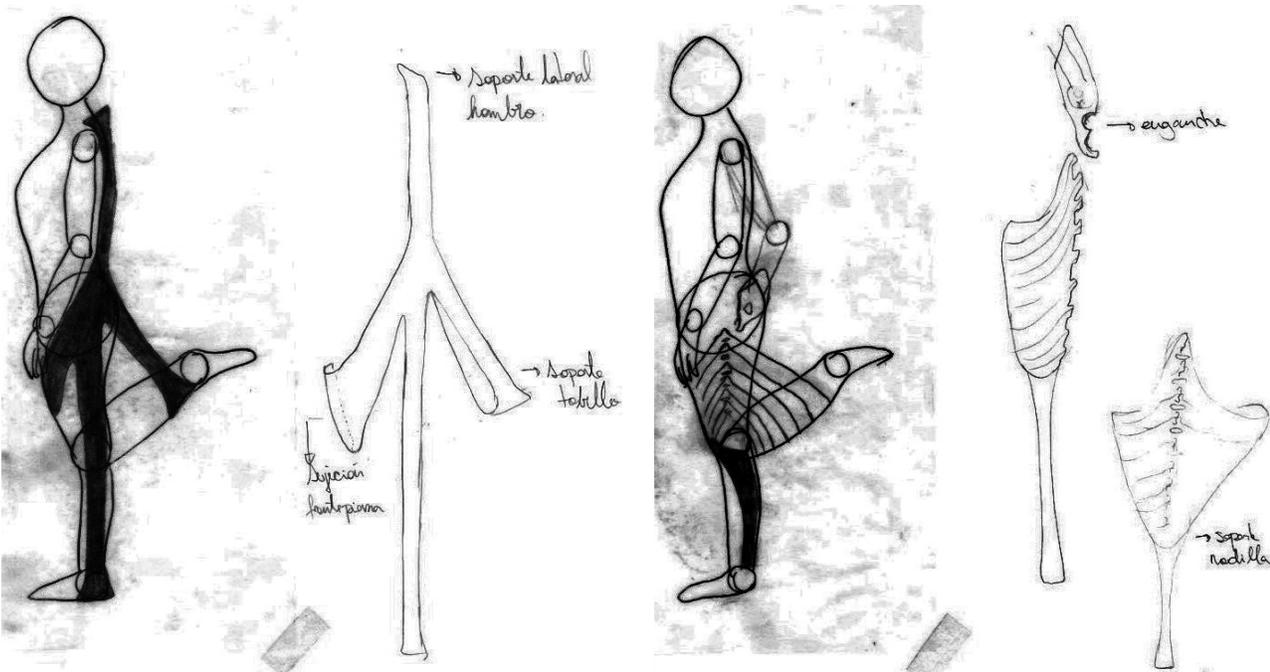


DOS PUNOS DE APOYO + CONTROL DEL MUSLO      UN PUNTO DE APOYO + AJUSTE ALTURA CADERA.

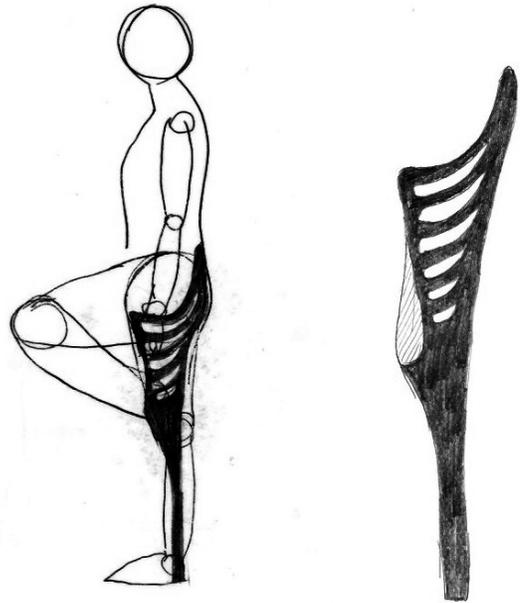
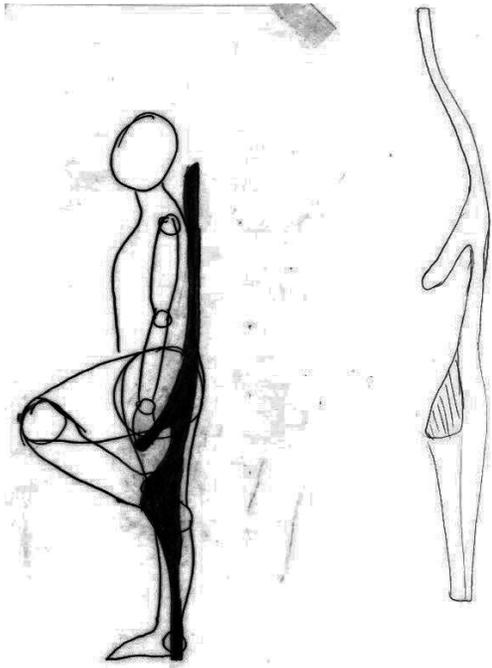


DOS PUNOS DE APOYO + CONTROL DEL MUSLO      UN PUNTO DE APOYO + AJUSTE ALTURA CADERA.

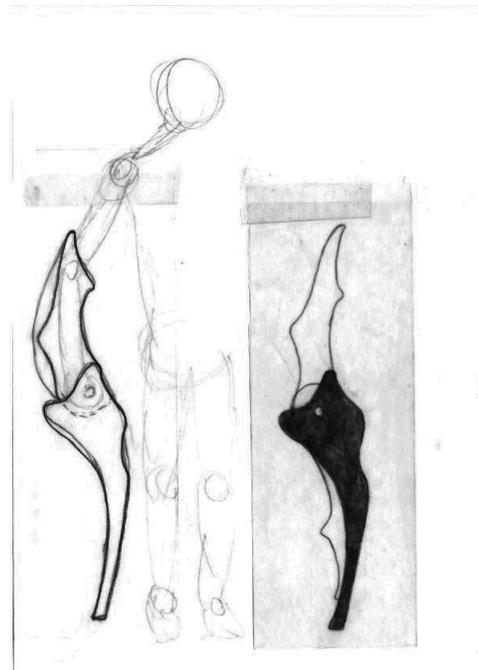
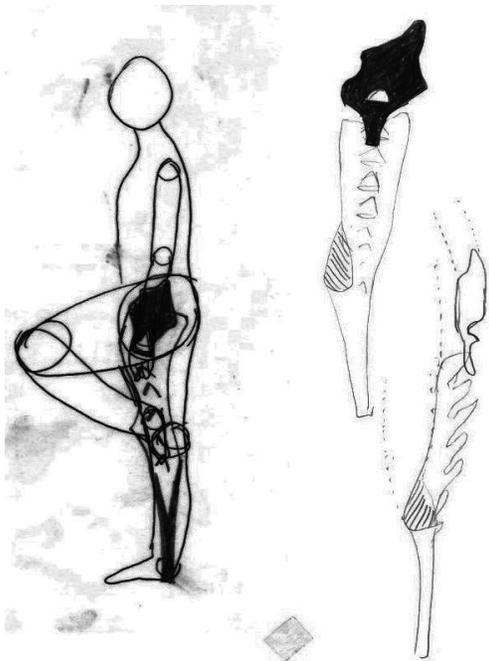
Figuras 84 y 85: Estudios equilibrio corporal. Quinta etapa exploratoria.



Figuras 86 y 87: Boceto prótesis. Quinta etapa exploratoria.



Figuras 88 y 89: Boceto prótesis. Quinta etapa exploratoria.



Figuras 90 y 91: Boceto prótesis. Quinta etapa exploratoria.

## 4.2. Experimentación Intermedia

### 4.2.1. Digitalización e impresión 3D columna vertebral.

Durante la experimentación inicial constaté la necesidad de recurrir de manera visual y táctil al objeto de estudio —sobre todo durante las etapas IV y V de exploración creativa—, que como se ha dicho anteriormente, recae en la columna vertebral en cuanto a su composición y mecánica. Si bien durante un período tuve la posibilidad de disponer una columna vertebral para su registro y estudio, la osamenta fue devuelta al Museo de Anatomía al terminar la fase exploratoria. Con las fotografías y los análisis de la columna no bastaba para lograr un desarrollo total en la etapa de experimentación, por lo que surgió la idea de replicar una columna vertebral para poder tenerla de forma permanente. Por lo tanto solicité al Museo nuevamente el material óseo, esta vez para someterlo a un escaneo 3D, a partir de las técnicas aprendidas durante mis años en la carrera.



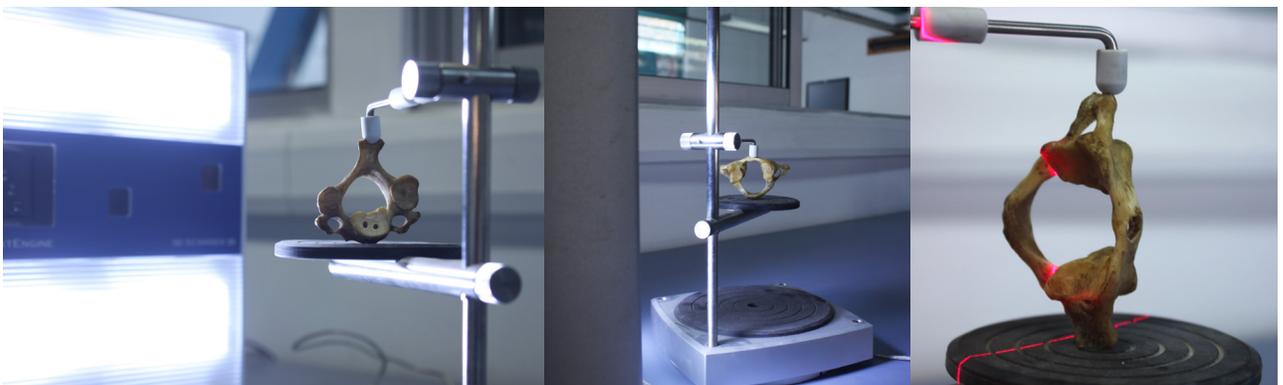
Figura 92: Columna vertebral (despiece).

Para llevar a cabo la producción de una replica de esta estructura vertebral, se utilizó el escáner 3D disponible en el Laboratorio de Fabricación Digital de nuestra Facultad. Este proceso tomó varias sesiones de trabajo, ya que la columna fue escaneada vértebra por vértebra, y además, para lograr un mapeo detallado de la superficie, fue necesario probar diferentes posiciones dependiendo de la estructura de la pieza. Dentro de las técnicas para lograr un escaneo más completo, cada vértebra tuvo que ser espolvoreada con un talco especial, para así evitar el brillo de la superficie, ya que el brillo que provoca el mismo láser al rebotar contra la pieza, hace que no reconozca esa zona como superficie, y por ende no lo mapee. Luego de varias pruebas y sesiones, los resultados fueron mallas incompletas de las vérte-

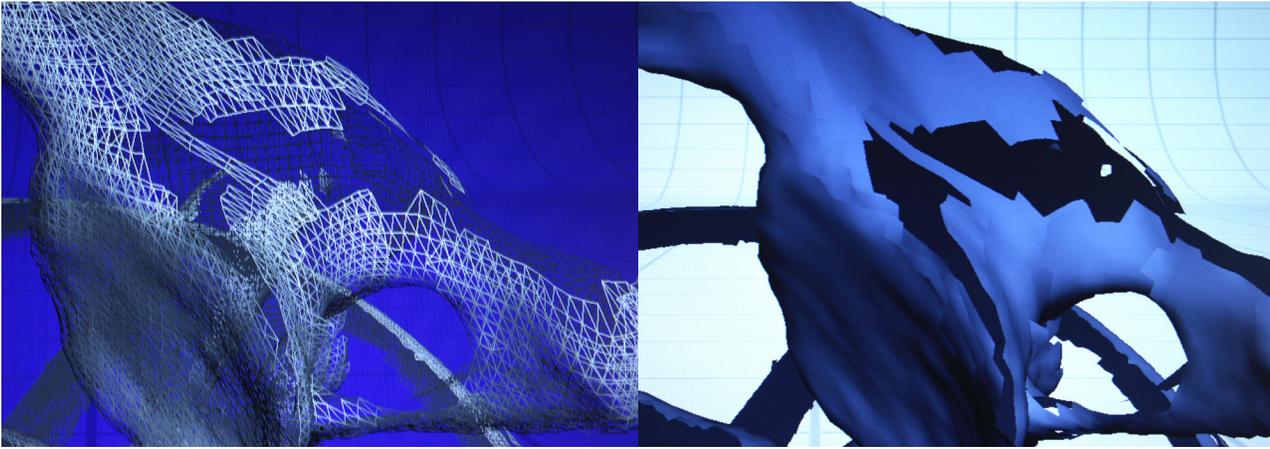


Figuras 93, 94 y 95: Preparación vértebras para escáner 3D.

bras, sin embargo, las superficies digitalizadas tenían tramos suficientemente completos como para ser complementados por medio de la edición. De esta manera, los archivos digitales fueron retocados en un software llamado *Meshmixer*. En este proceso edité cada superficie, completando la malla y suavizándola levemente para no alterar la rugosidad esencial



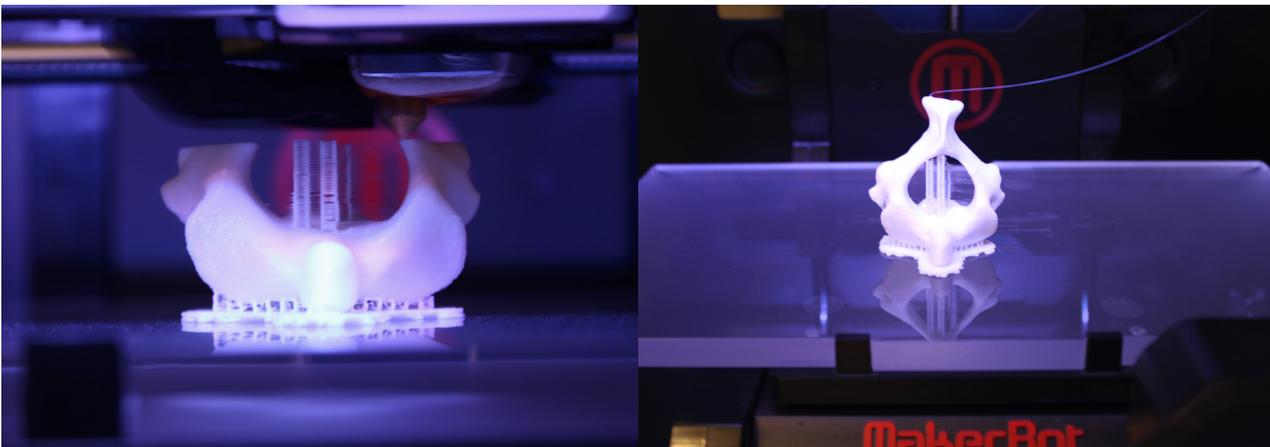
Figuras 96, 97 y 98: Proceso de escaneo 3D.



Figuras 99 y 100: Superficies resultado escáner 3D.

de los elementos óseos. En el caso particular del sacro, no realicé la edición de los canales raquídeos —por donde pasa la extensión de los nervios sacros— debido a que estimé que el tiempo a invertir era mucho y que esos detalles no eran fundamentales para este proceso.

Con los archivos listos, inicié el proceso de impresión 3D en una *Makerbot Replicator 2*, por lo que el material de impresión fue PLA, y para acercarse al carácter de lo óseo, elegí el color blanco. Las primeras pruebas de impresión fueron para probar los soportes estructurales necesarios para cada vértebra, pues, como la forma de las vértebras van cambiando entre una y otra, éstas no se posicionan de la misma manera. Técnicamente, cada vértebra fue impresa con un relleno del 10% de material, ya que no se sometería a ningún esfuerzo y esto bajaba el tiempo y el costo de la impresión.



Figuras 101 y 102: Impresión 3D vértebras.

Si bien el propósito de este proceso era el de recrear un columna vertebral para hacer uso de su forma y estructura como referente y objeto de estudio, este trabajo permitió además que la experiencia de relacionarse tan minuciosamente con cada pieza, generara un conocimiento más detallado de la estructura de la columna vertebral; dicho de otro modo, conocer a través de la fabricación. Esto, fue sin dudas fundamental y enriquecedor para el desarrollo de las propuestas de diseño, y más aún, para abordar nuevos modos de pensar esta estructura mecánica y orgánica fundamental para nuestro cuerpo.

#### **4.2.2. Decisión contexto específico**

Cuando decidí que este proyecto de diseño experimental exploraría prótesis que permitieran percibir la propia corporalidad en el Museo de Anatomía, establecí también el espacio —contexto y lugar— donde se ubicaría dentro del Museo. Recordemos que esta institución se compone; más allá de los espacios y las cosas que le otorgan sin duda un carácter museal; por un programa científico-académico y cultural, siendo este parte activa en la vinculación con el medio de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Por un lado, las actividades científico-académicas se integran al programa del Museo a través de la docencia e investigación; con clases teóricas en su Anfiteatro y aulas, y clases prácticas en sus pabellones; y en el ámbito científico-cultural, el Museo abre sus puertas al público por medio de su programa de extensión de visitas de colegios, donde se brinda a escolares de enseñanza media, un recorrido guiado a través del patrimonio científico y una introducción básica a la anatomía.

Bajo este contexto, decidí trabajar con el programa de extensión de visitas dirigidas a colegios. Esta decisión la tomé primero, dada la importancia que el desarrollo del patrimonio científico tiene dentro de la emergente industria cultural; y segundo, para dotar de un carácter sensible el conocimiento del cuerpo humano, a través de la experiencia de percibir la propia corporalidad en el recorrido de dichas visitas. Por último; también consideré que las características de la audiencia —su edad y probable nivel básico en lo que se refiere a conocimiento de las ciencias anatómicas— permitía estimar que tendrían mayor disposición para vincularse con estas prótesis.

Con estas consideraciones, analicé el cronograma del programa de visitas de colegios al Museo de Anatomía (disponible como anexos en este informe). Una característica fundamental del programa es que cuenta con una serie de etapas que han sido diseñadas a partir de un código ético y moral referente a la conducta y comportamiento de las personas en torno a la exposición de un cuerpo cadavérico. Es por esto que el orden de estas actividades se encuentra en relación al nivel de acercamiento del material expuesto, por lo tanto, mientras se avanza cronológicamente en las actividades, la audiencia tiene una exposición más directa con los cadáveres.

Las visitas al Museo de Anatomía comienzan con una charla introductoria en el *Anfiteatro de Anatomía*. Mientras los alumnos se encuentran sentados en sus butacas, el profesor encargado de la visita inicia una presentación sobre los orígenes del trabajo cadavérico en la historia universal y en las culturas originarias de nuestro país. Continúa con una breve reseña histórica sobre los hitos más importantes de la ciencia anatómica en Europa, y su influencia en el desarrollo de la anatomía en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Para terminar, el profesor realiza una explicación sobre las técnicas y procesos para el tratado del material cadavérico al que los visitantes serán expuestos en las siguientes actividades.

Luego de esta clase introductoria el profesor los guía hacia la *Sala de Colecciones Anatómicas* y la *Sala de Teratología*, ubicadas en el zócalo del edificio. Estando allí, inicia la explicación en la primera de ellas, donde muestra algunas de las técnicas y procesos para el tratamiento de diferentes tipos de piezas anatómicas. Todo el material que se encuentra en la *Sala de Colecciones Anatómicas* es usado para la investigación por docentes o alumnos de la Facultad de Medicina, por lo que se encuentran clasificados en gabinetes y estantes, que permiten el acceso sistematizado a ellos. Luego, pasan a la *Sala de Teratología*, en la cual se les presenta una gran colección de fetos con diferentes malformaciones. Esta visita no dura más de quince minutos, recorriendo ambas salas. Si hay tiempo suficiente, se les muestra parte de los procesos de conservación y trabajo sobre el material cadavérico, invitándolos al *Taller de Macerado* —preparación de osamenta—, la *Zona de Refrigeración* y la *Sala de Tinas* con formol.

La visita guiada continúa hacia la *Sala de Exhibición* del Museo de Anatomía, ubicada en el segundo piso del edificio. En este espacio, lleno vitrinas y estantes de exposición, el profesor guía entrega una explicación sobre el material histórico que se ha utilizado para la docencia de la anatomía en la Facultad de Medicina de la Universidad. En esta fase del recorrido se les da a conocer a los alumnos *preparados* con distintas técnicas —muchas de las cuales no se hacen en la actualidad—, como también maquetas de diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano. En este lugar, el profesor da tiempo para que los alumnos recorran la sala y hagan preguntas.

Al salir de la *Sala de Exhibición*, los alumnos pasan a camarines para vestirse con delantal blanco y guantes de látex, pues, para finalizar la visita, tendrán una experiencia anatómica directa frente a cuerpos cadavéricos. Para esto, antes de entrar a pabellones, el profesor entrega instrucciones sobre el manejo y conducta hacia los cuerpos. Es fundamental para el Museo de Anatomía el buen comportamiento en esta instancia, ya que hay un compromiso ético y moral tras el manejo de material cadavérico. Una vez dada las instrucciones, los alumnos pasan a los pabellones donde se encuentran alrededor de siete cadáveres dispuestos en mesas independientes. Agrupados, los alumnos rodean el cuerpo a la espera de la llegada del profesor, quien va mesa por mesa dando indicaciones de como manipular cuerpo —que se encuentra preparado, es decir, abierto en capas— mostrándoles algunos órganos y sistemas. Así concluye la visita, con una clase práctica que dura en promedio una hora, donde nuevamente se da espacio para preguntas y explicaciones básicas de anatomía.

Por lo tanto, a partir del contexto particular de las visitas al Museo de Anatomía, mi proyecto propone *objetualizar*, es decir, materializar en un objeto, los cuestionamientos y los hallazgos encontrados en la fase exploratoria, desarrollando prótesis para el conocimiento sensible del cuerpo en una actividad de antesala al recorrido de la salas, con el fin de sensibilizar la percepción del cuerpo, desde el propio cuerpo. De esta manera, mi proyecto busca intervenir en la percepción de la audiencia, mediando a través del acoplamiento entre objetos artificiales y el cuerpo, para hacerles percibir su propia corporalidad. Esto apoyaría el proceso de transición y acercamiento a la experiencia práctica con un cadáver humano,

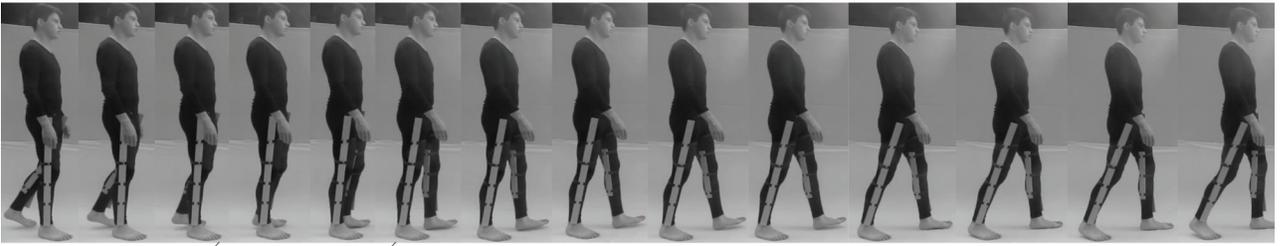
desde un plano sensible; perceptual. Así surge la propuesta de una *Lección de Anatomía*, que estará dada por la experiencia física con una prótesis que permitirá percibir la propia corporalidad.

### **4.2.3. Creación de prótesis para percibir la propia corporalidad**

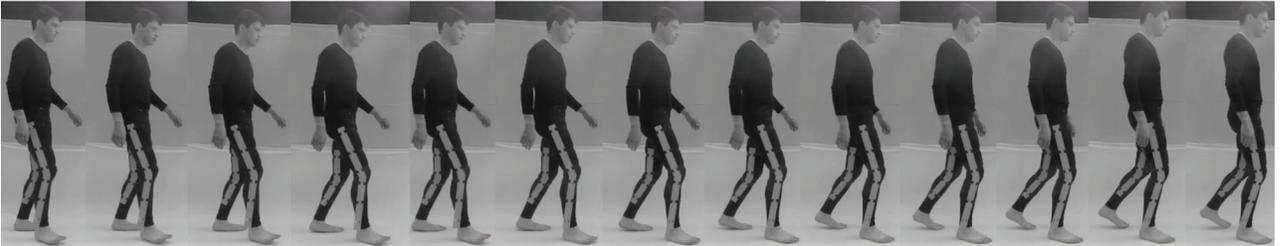
Para definir la estructura, la forma y el aspecto de estas prótesis, comencé la primera etapa con un análisis conceptual y morfológico del cuerpo humano y su relación con el equilibrio. Para ello, y gracias a la disposición de un modelo de pruebas, registré fotográficamente movimientos, posiciones e inclinaciones del cuerpo, tal y como se había explorado anteriormente en la etapa V de exploración creativa, sólo que ahora con mayor precisión y certeza en lo que se estaba buscando. El estudio continuó posteriormente con material impreso de dicho registro, lo que hizo más fácil realizar un estudio analítico sobre dicha documentación. Por medio de trazos y esquemas fui evidenciando gráficamente los ejes de estabilidad y la posición de la columna vertebral con respecto al desplazamiento del centro de gravedad, permitiendo la comparación de las distintas posturas.

Luego de este estudio, desarrollé los primeros bocetos de posibles prótesis. En una primera instancia, exploré en torno a una prótesis tipo bastón, la cual otorgaría equilibrio a la vez que suplantaría una extremidad. Esto se modificaría más adelante, al definir el contexto específico donde ésta se situaría. La exploración avanzó bajo la premisa de percibir la propia corporalidad, durante una actividad de antesala en las visitas al Museo, lo que me permitió definir el espacio físico específico donde la prótesis se desenvolvería. Dado que la primera actividad de las visitas corresponde a una charla introductoria en el Anfiteatro, propongo que la experiencia con la prótesis se desarrolle al momento del ingreso de los alumnos a este espacio. Esto permitiría utilizar el centro visual del Anfiteatro, que de algún modo constituiría una escenificación que evoca las lecciones de anatomía del siglo XIX, pero esta vez, sin embargo, la experiencia estaría dada por la percepción sensible de los cuerpos con vida de los mismo visitantes. Esto dio pie a la idea de explorar prótesis que alteren la marcha, observando y sintiendo el cuerpo en movimiento —al contrario de los cuerpos cadavéricos que permanecen estáticos—, para que por un lado, se aproveche el momento de ingreso antes de que los alumnos tomen asiento, y por otro lado para que sea más evidente la per-

RESTRICCIÓN\_ FLEXIÓN-RODILLA 0°



RESTRICCIÓN\_ FLEXIÓN-RODILLA 30°



RESTRICCIÓN\_ FLEXIÓN-RODILLA 60°



RESTRICCIÓN\_ FLEXIÓN-RODILLA 90°

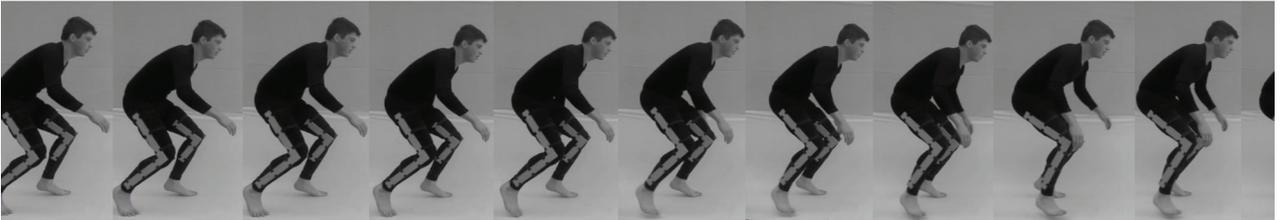


Figura 103: Primer estudio prototipo prótesis (*restricción-flexión-rodilla*).

cepción de la propia corporalidad, por medio de la interrupción de una acción básica; que en este caso sería el caminar.

A partir de estas primeras propuestas, rápidamente comencé el primer proceso de maquetación de prototipos rápidos, los que luego serían sometidos a pruebas funcionales. A modo de exploración, decidí realizar un total de cuatro prototipos de prótesis, las que tienen la característica de restringir y limitar el movimiento de articulaciones de las extremidades inferiores, para que al caminar, alteren la marcha. Dado esto, se hacen pruebas en el tobillo en su movimiento de flexión y extensión, la rodilla con el movimiento de flexión, y la cadera en su movimiento de abducción.

Al momento de restringir una articulación, se limita su capacidad movimiento para hacer evidente su función al caminar. Sin embargo, esta limitación es de carácter leve. Para intensificar esta condición, la restricción de movimiento se desarrolla utilizando un ángulo específico en cada caso, es decir, para cada uno de los cuatro prototipos, se explora el comportamiento corporal controlando cuatro niveles de ángulos.

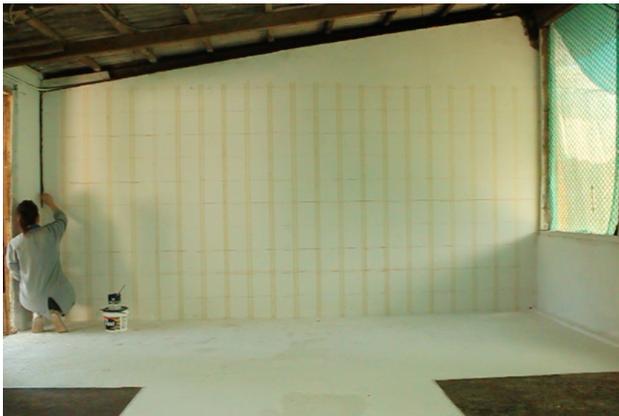
Las primeras pruebas se hicieron con prototipos de restricción rodilla, y fue realizada y registrada en el patio de mi casa con un precario telón blanco de fondo. La luz natural, el viento y otras situaciones hicieron muy difícil trabajar en tales condiciones, por lo que decidí buscar un lugar interior en el que pudiera tener el control casi total de las variables.

#### **4.2.4. Laboratorio para la experimentación de la corporalidad**

Para realizar las pruebas con los prototipos adecué un lugar que permitiera tener la mayoría de las variables controladas, y de ese modo poder comparar los resultado entre ellas. Así, dispuse de un espacio en una bodega que fue re-acondicionado para el estudio y las necesidades que se requerían para el registro fotográfico y audiovisual. A este espacio lo he llamado *Laboratorio para la experimentación de la corporalidad*.

Lo primero que realicé fue pintar el muro y el suelo de blanco, para posteriormente pintar grillas cuadradas de 20 x 20 cms. en la muralla a modo de telón, con una altura de 2.00 metros. En el suelo de blanco, tracé una línea paralela a un metro de la muralla que cruza toda la pieza, y luego en la mitad, y desde la muralla, una línea perpendicular a la grilla hasta la muralla contraria. Las líneas en el piso sirven de guía para el caminar del modelo de pruebas, y de esa forma tener las menores variaciones posibles.

Junto con el equipo de registro —cámara fotográfica y trípode— y el equipo de iluminación, se estableció una vestimenta negra —para lograr contraste con el fondo— en la cual, posteriormente, se añadieron guías para una mejor edición y análisis audiovisual.



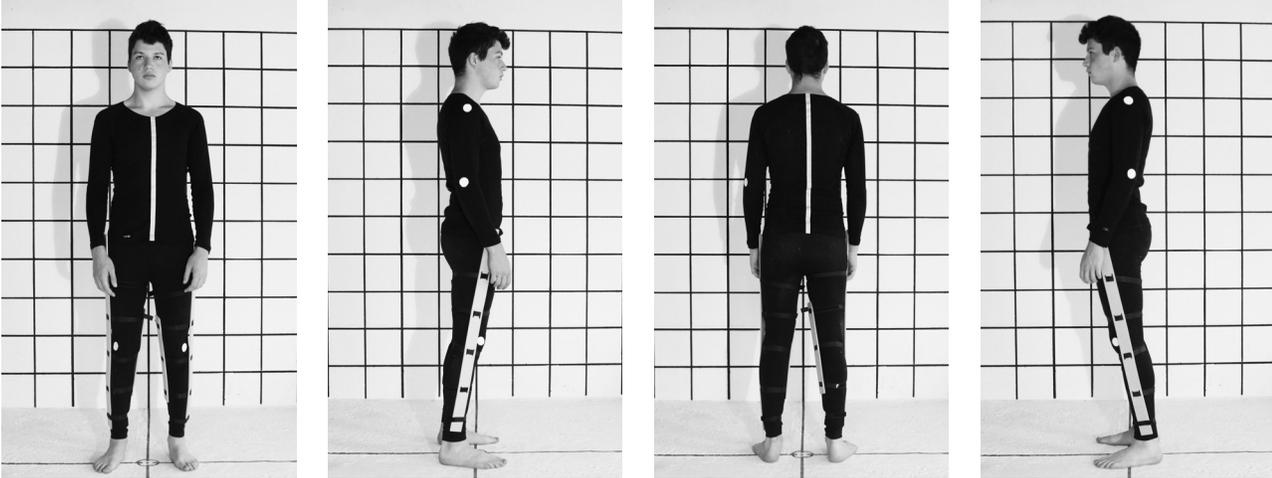
Figuras 104 a 111: Producción Laboratorio de Experimentación.

#### 4.2.5. Pruebas prototipos

Para realizar las pruebas de los prototipos, establecí una actividad que contaría con la acción de caminar con dos niveles de velocidad; marcha normal y marcha rápida. Esto, ya que el acto de dar cada paso, involucraría sostener una posición erguida y mantener el equilibrio. Para el estudio de estos comportamientos realicé registro audiovisual, el cual me permitiría revisar y editar videos para analizar los siguientes indicadores: cantidad de pasos, cambios de posturas, tiempo, posición del centro de masa, variación del eje central, ángulo de apertura (según el caso).

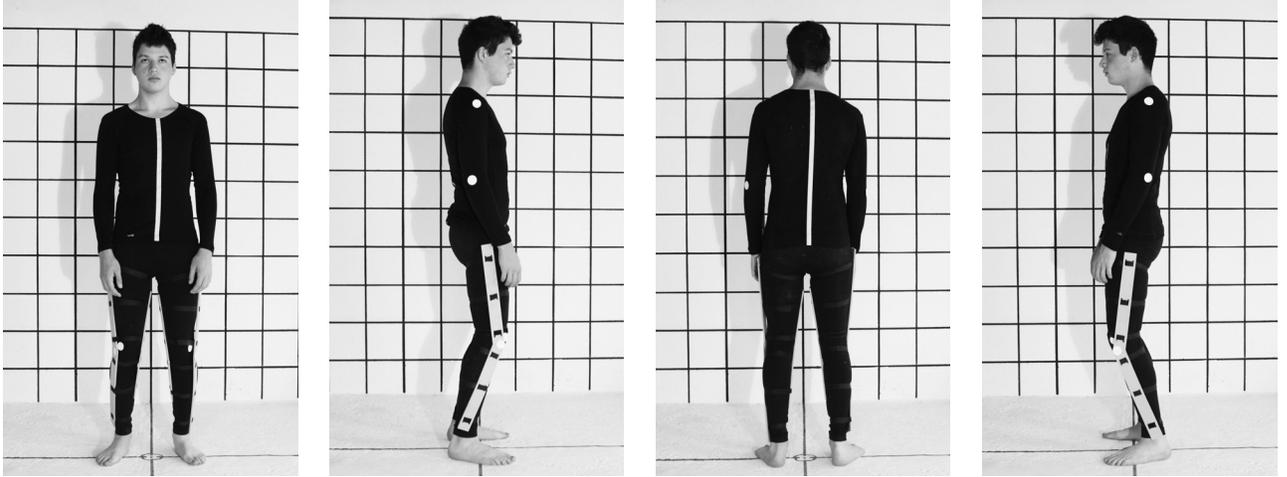
##### Prototipo rodilla:

Restricción en flexión 0°



Figuras 112 a 115: Estudio prototipo prótesis (restricción rodilla flexión 0°).

Restricción en flexión 30°



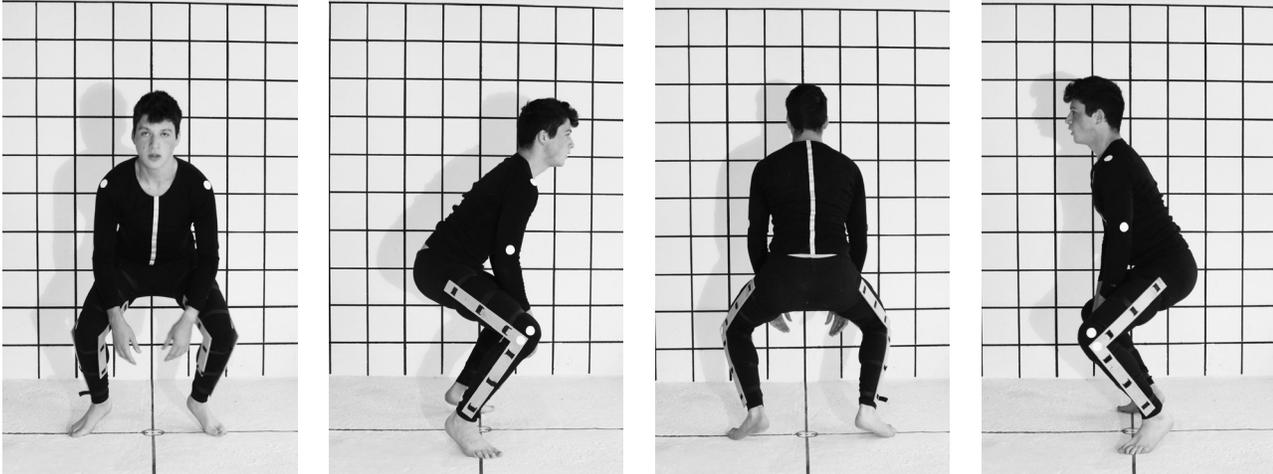
Figuras 116 a 119: Estudio prototipo prótesis (restricción rodilla flexión 30°).

Restricción en flexión 60°



Figuras 120 a 123: Estudio prototipo prótesis (restricción rodilla flexión 60°).

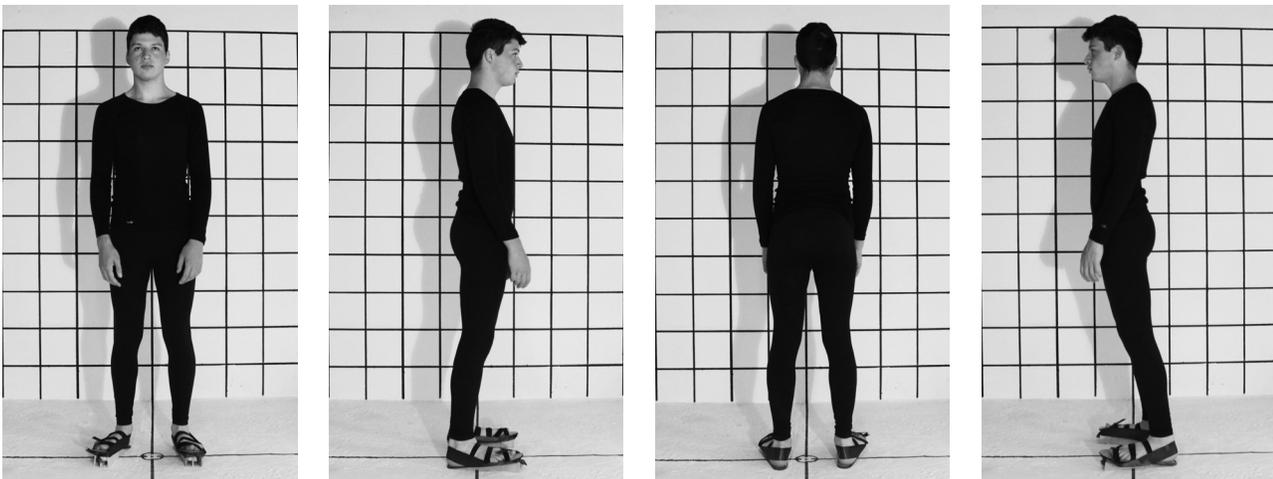
Restricción en flexión 90°



Figuras 124 a 127: Estudio prototipo prótesis (restricción rodilla flexión 90°).

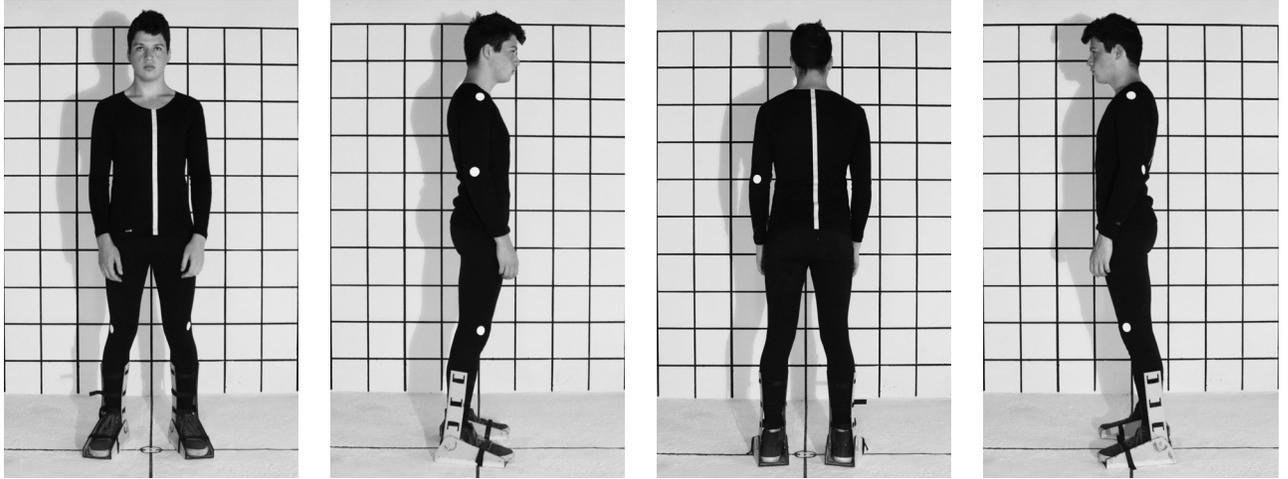
**Prototipo tobillo:**

Restricción en flexión 10° (primera iteración)



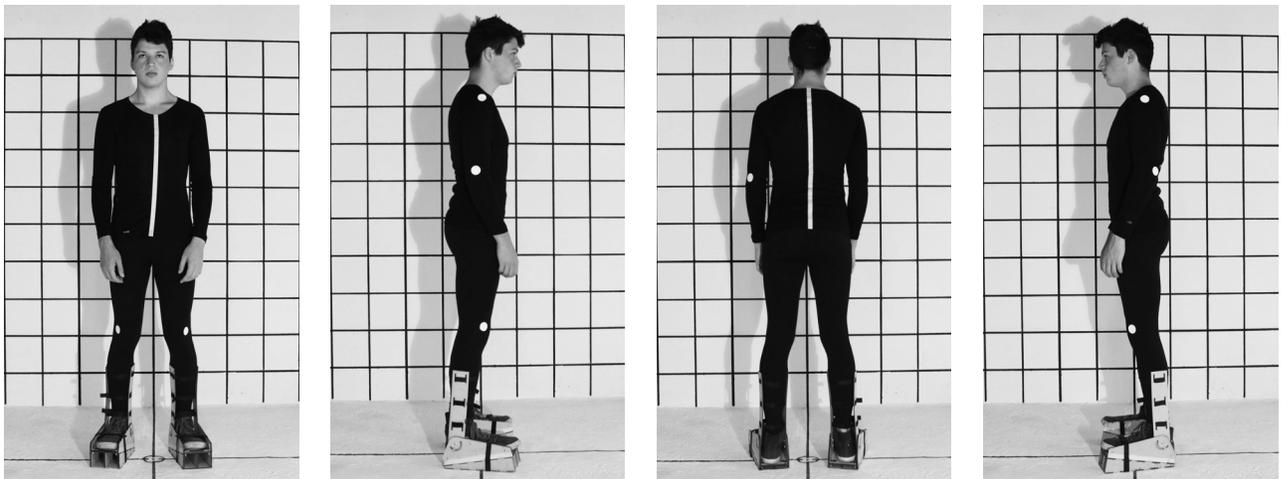
Figuras 128 a 131: Estudio prototipo prótesis (restricción tobillo flexión 10°).

Restricción en flexión 0° (segunda iteración)



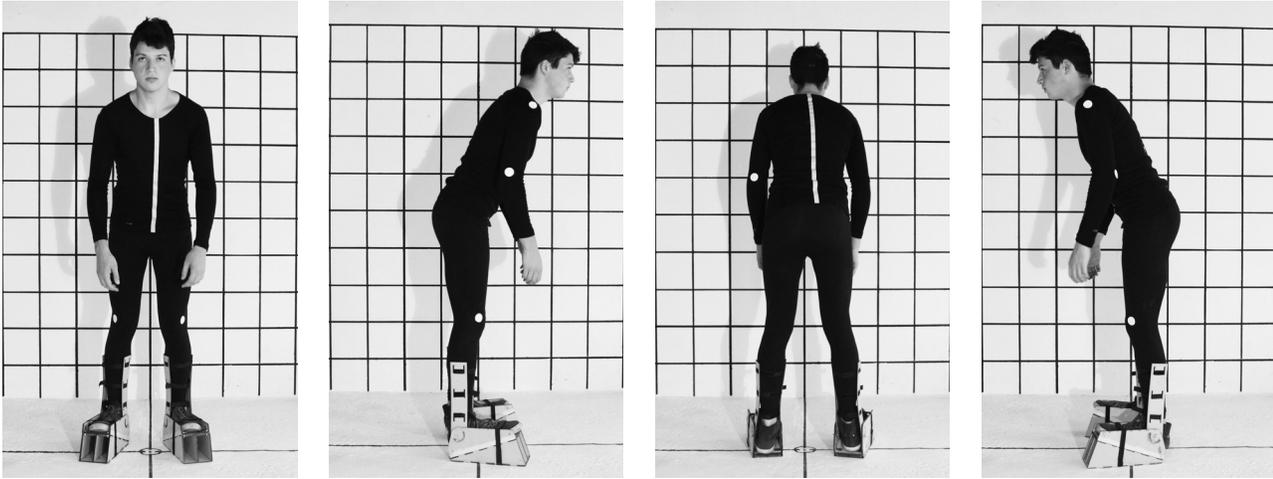
Figuras 132 a 135: Estudio prototipo prótesis (restricción tobillo flexión 0°).

Restricción en flexión 10° (segunda iteración)



Figuras 136 a 139: Estudio prototipo prótesis (restricción tobillo flexión 10°).

Restricción en flexión 20° (segunda iteración)



Figuras 140 a 143: Estudio prototipo prótesis (restricción tobillo flexión 20°).

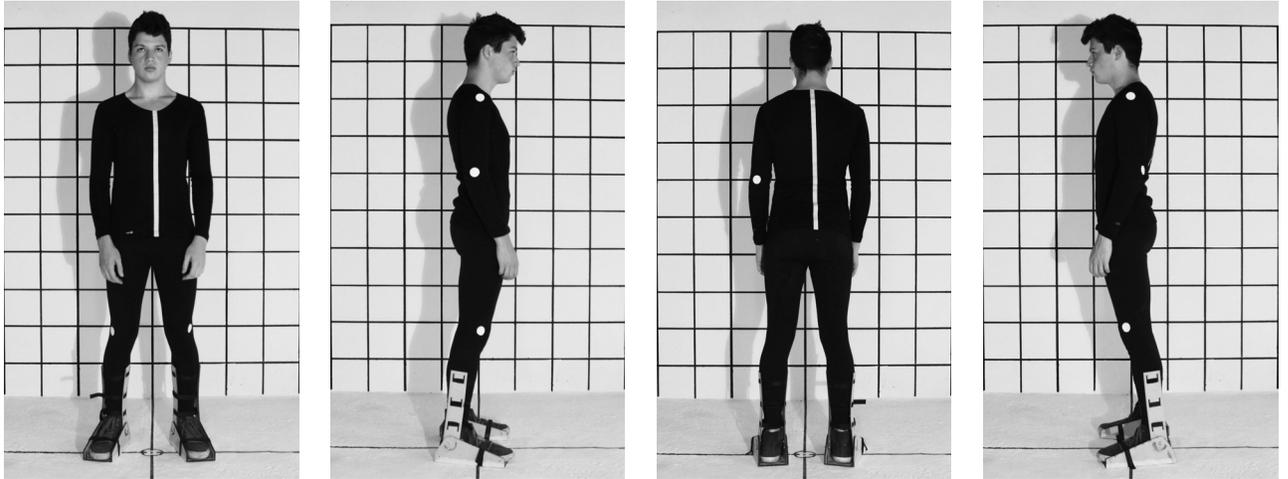
Restricción en flexión 30° (segunda iteración)



Figuras 144 a 147: Estudio prototipo prótesis (restricción tobillo flexión 30°).

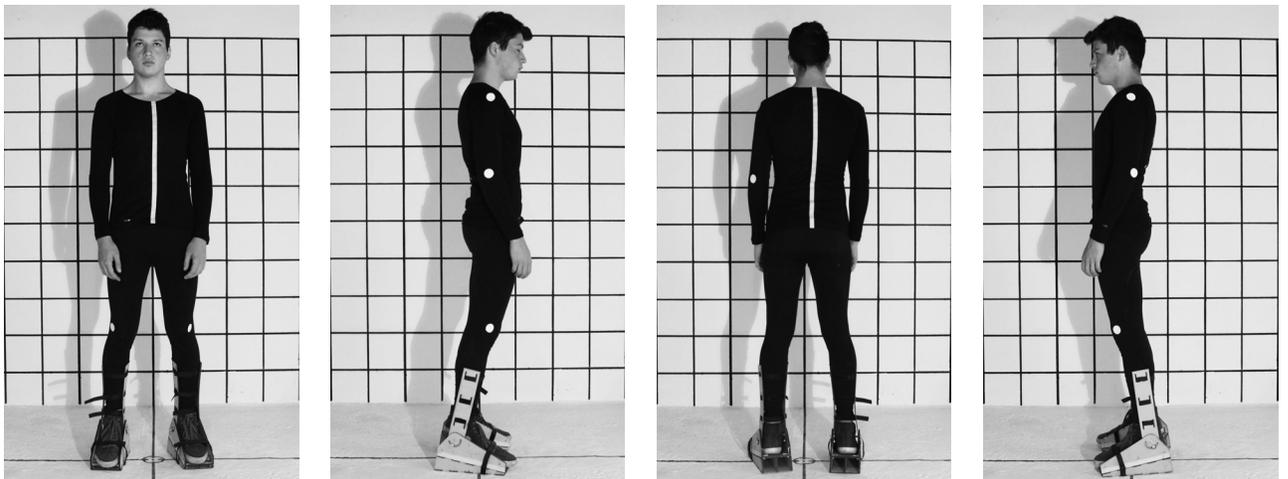
## Prototipo tobillo:

### Restricción en extensión 0°



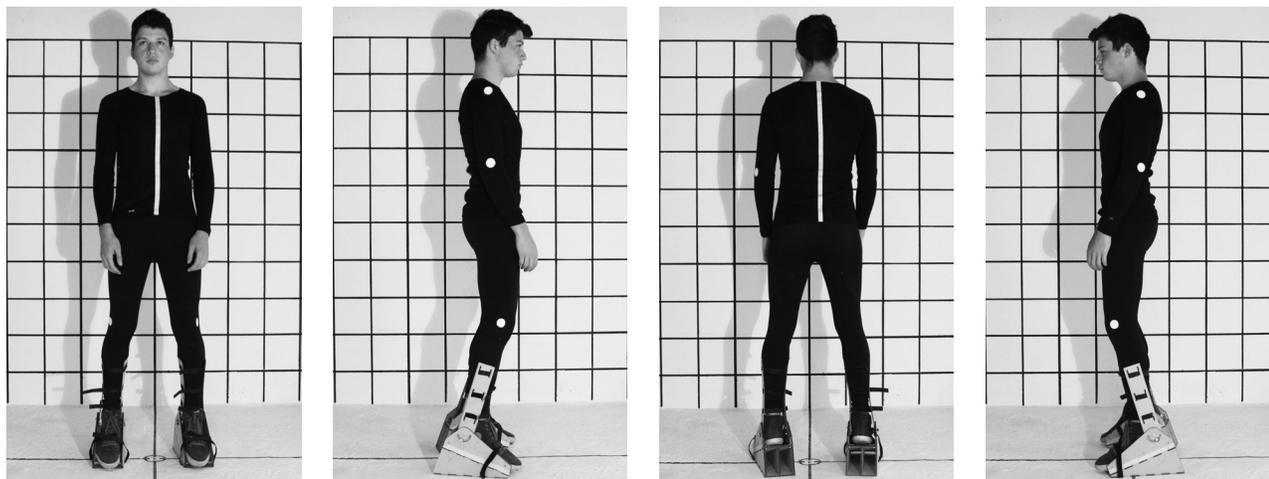
Figuras 148 a 151: Estudio prototipo prótesis (restricción tobillo extensión 0°).

### Restricción en extensión 10°



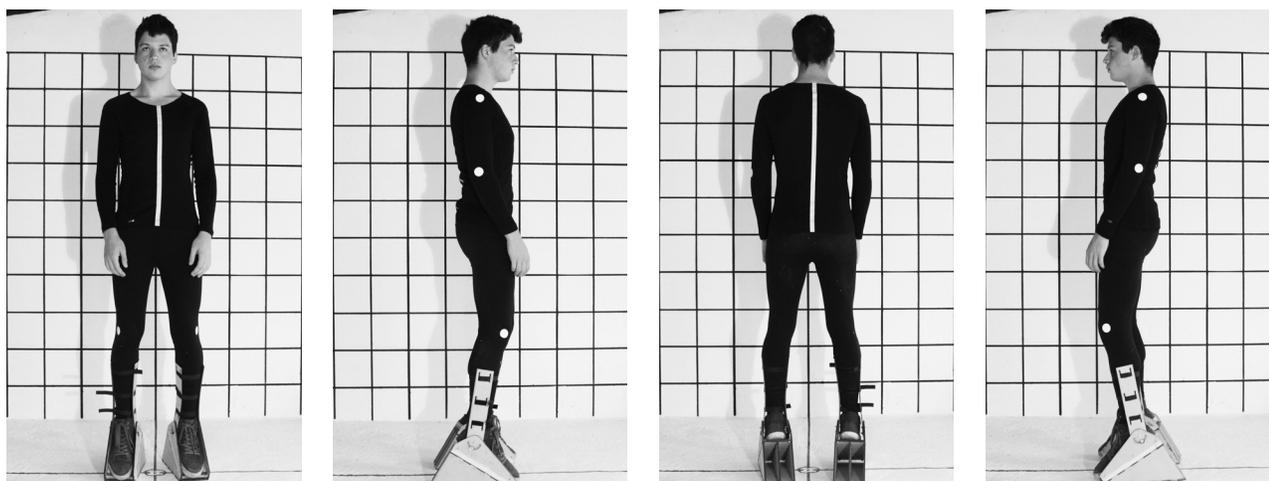
Figuras 152 a 155: Estudio prototipo prótesis (restricción tobillo extensión 10°).

Restricción en extensión 20°



Figuras 156 a 159: Estudio prototipo prótesis (restricción tobillo extensión 20°).

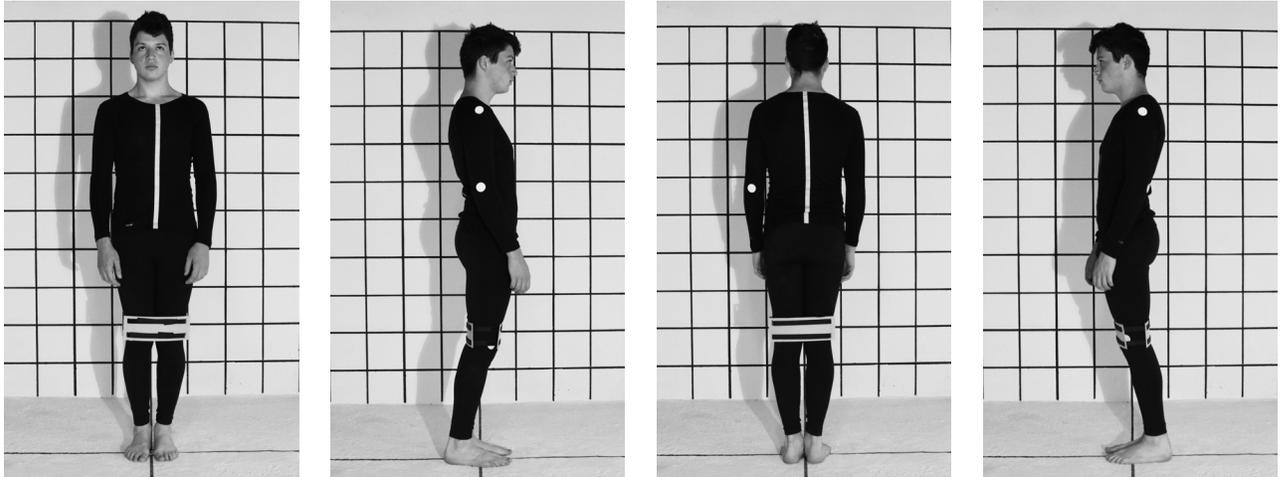
Restricción en extensión 30°



Figuras 160 a 163: Estudio prototipo prótesis (restricción tobillo extensión 30°).

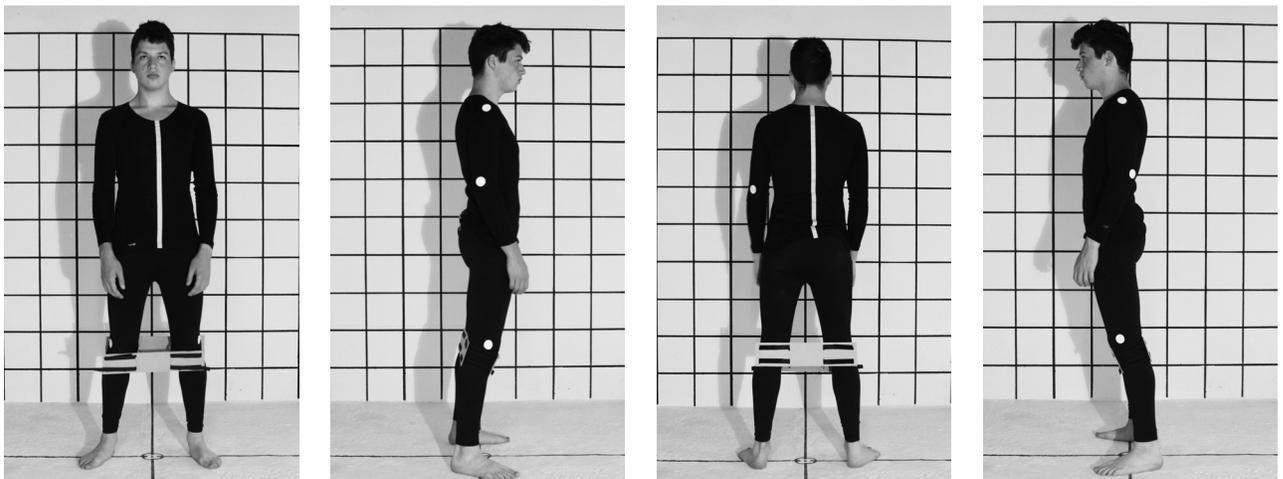
**Prototipo cadera:**

Restricción en abducción 0° (primera iteración)



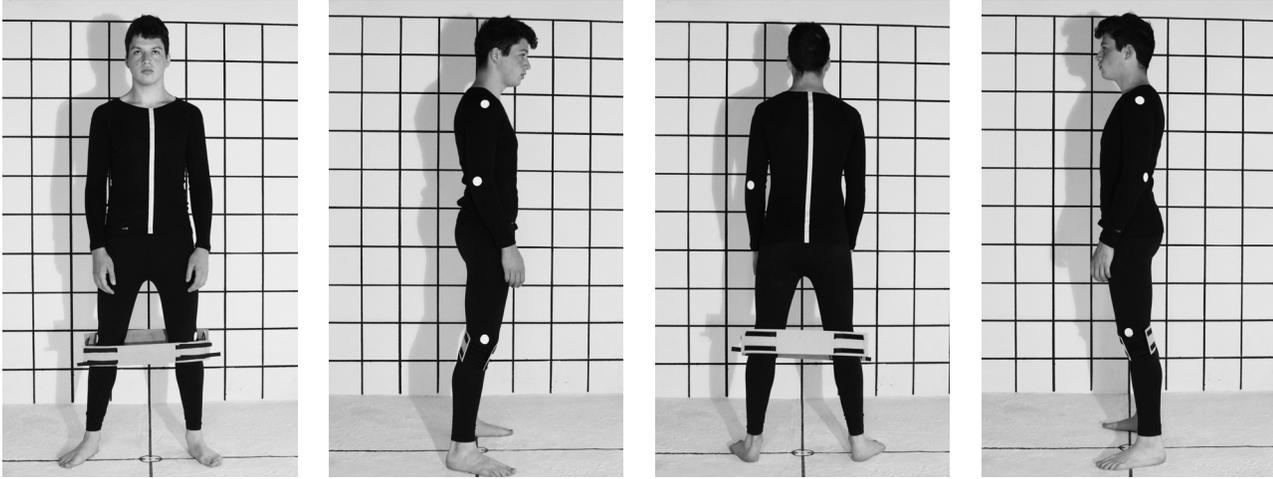
Figuras 164 a 167: Estudio prototipo prótesis (restricción cadera abducción 0°).

Restricción en abducción 20° (primera iteración)



Figuras 168 a 171: Estudio prototipo prótesis (restricción cadera abducción 20°).

Restricción en abducción 40° (primera iteración)



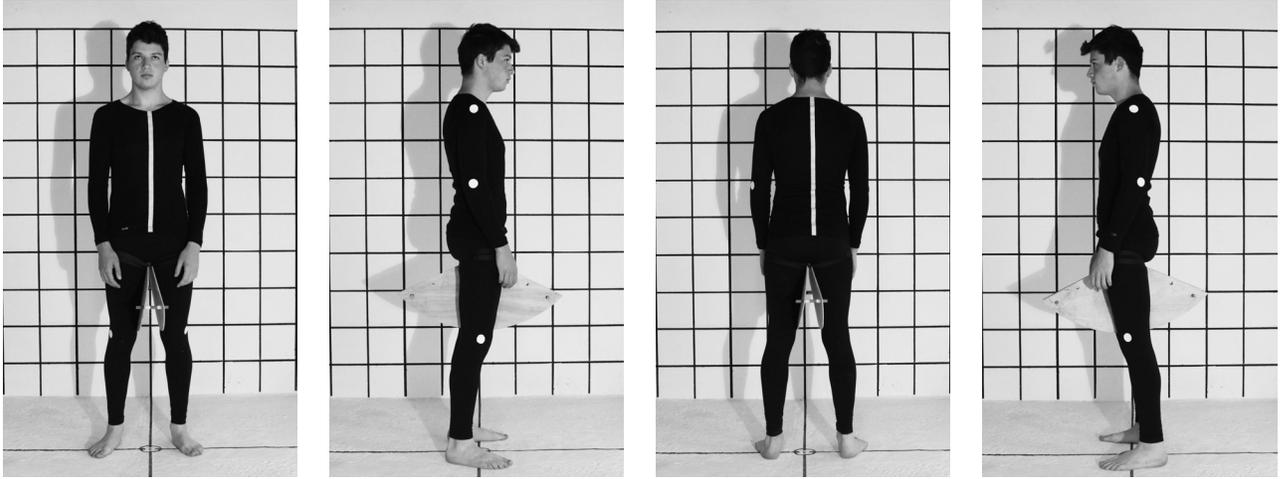
Figuras 172 a 175: Estudio prototipo prótesis (restricción cadera abducción 40°).

Restricción en abducción 0° (segunda iteración)



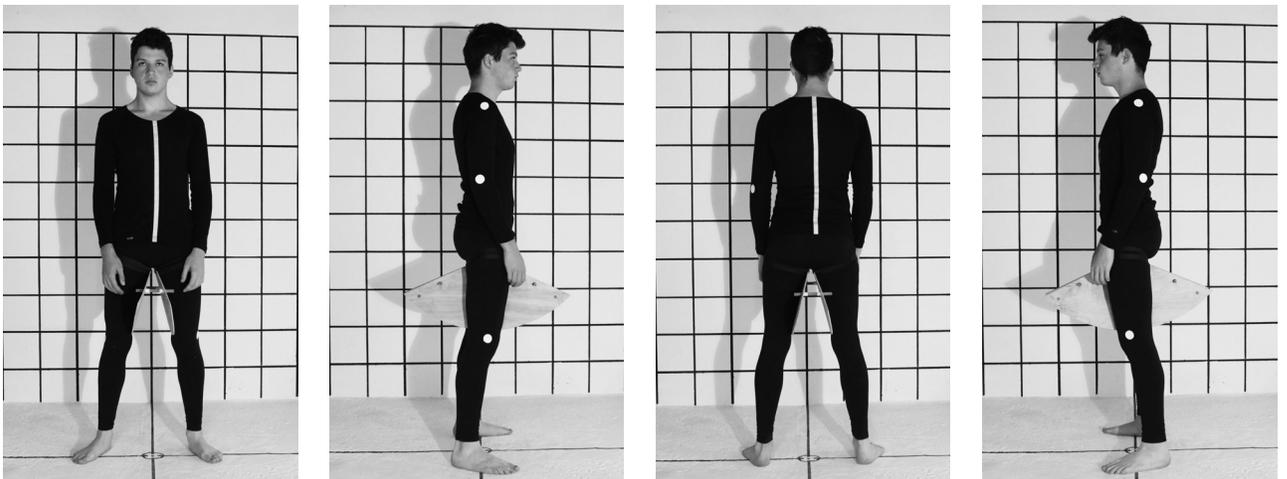
Figuras 176 a 179: Estudio prototipo prótesis (restricción cadera abducción 0°).

Restricción en abducción 20° (segunda iteración)



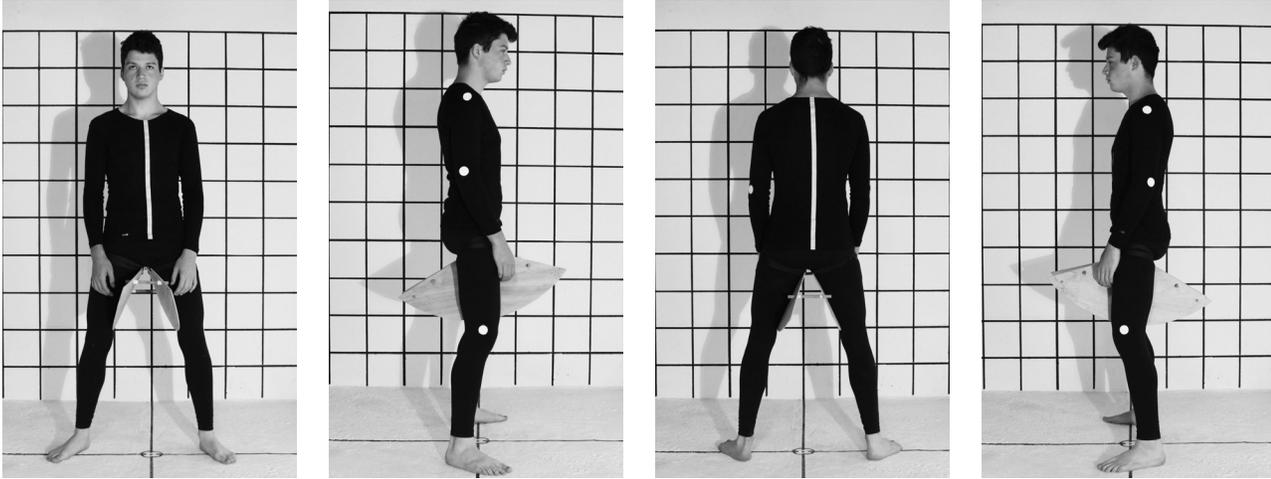
Figuras 180 a 183: Estudio prototipo prótesis (restricción cadera abducción 20°).

Restricción en abducción 40° (segunda iteración)



Figuras 184 a 187: Estudio prototipo prótesis (restricción cadera abducción 40°).

Restricción en abducción 60° (segunda iteración)



Figuras 188 a 191: Estudio prototipo prótesis (restricción cadera abducción 60°).



Figura 192: Prototipos rodilla flexión.

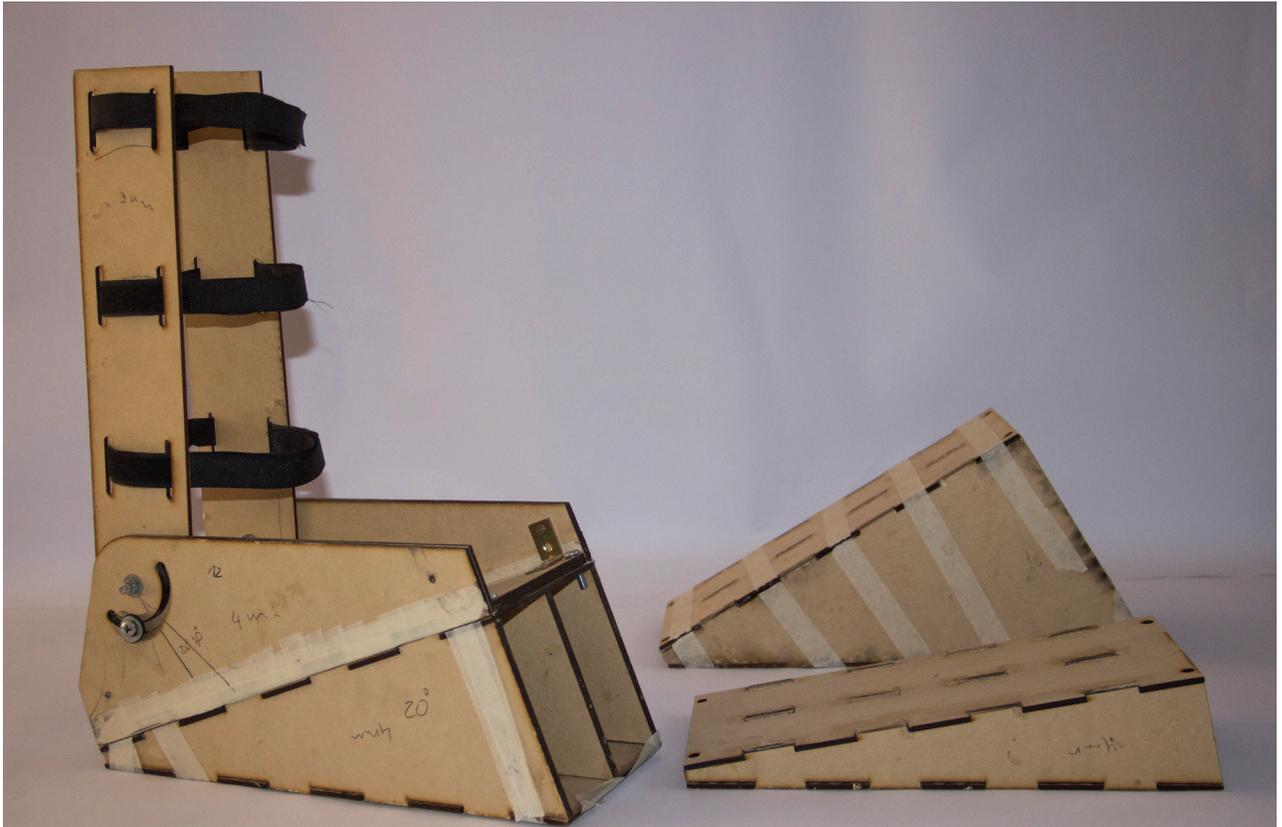


Figura 193: Prototipo tobillo flexión.

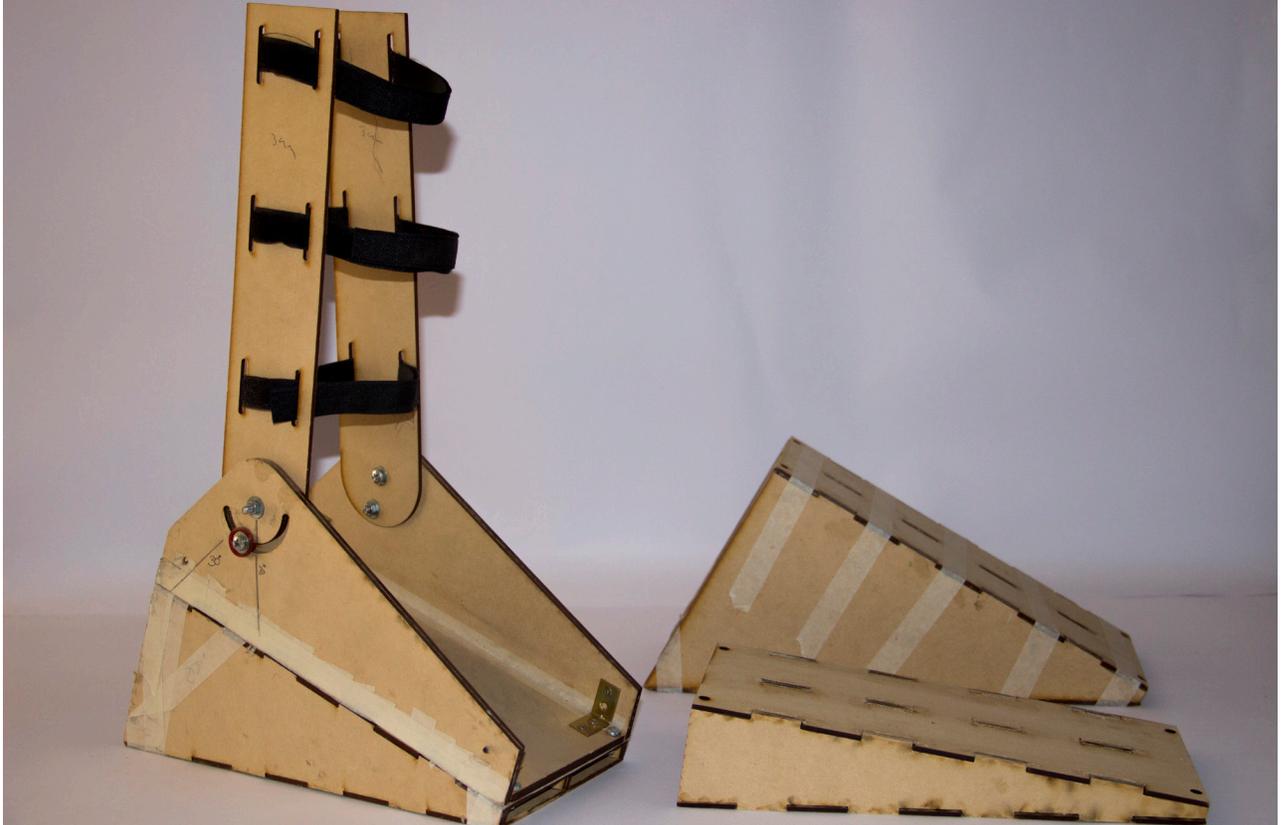


Figura 194: Prototipo tobillo extensión.



Figura 195: Prototipo abducción cadera.

#### 4.2.6. Análisis resultados prototipos funcionales

Como la experiencia de observación directa de las pruebas ofreció una vista sólo parcial de los resultados, el análisis completo lo hice a través de la edición del material audiovisual en el software llamado *Kinovea*. Este programa se utiliza en el área del deporte y ergonomía dado que permite visualizar el registro de la trayectoria, posiciones y perspectivas; y también posibilita medir tiempos, velocidades, ángulos y coordenadas. Si bien la interfaz del software no permite ser preciso en un ciento por ciento en lo que se refiere a mediciones, es suficiente para la comparación de resultados.

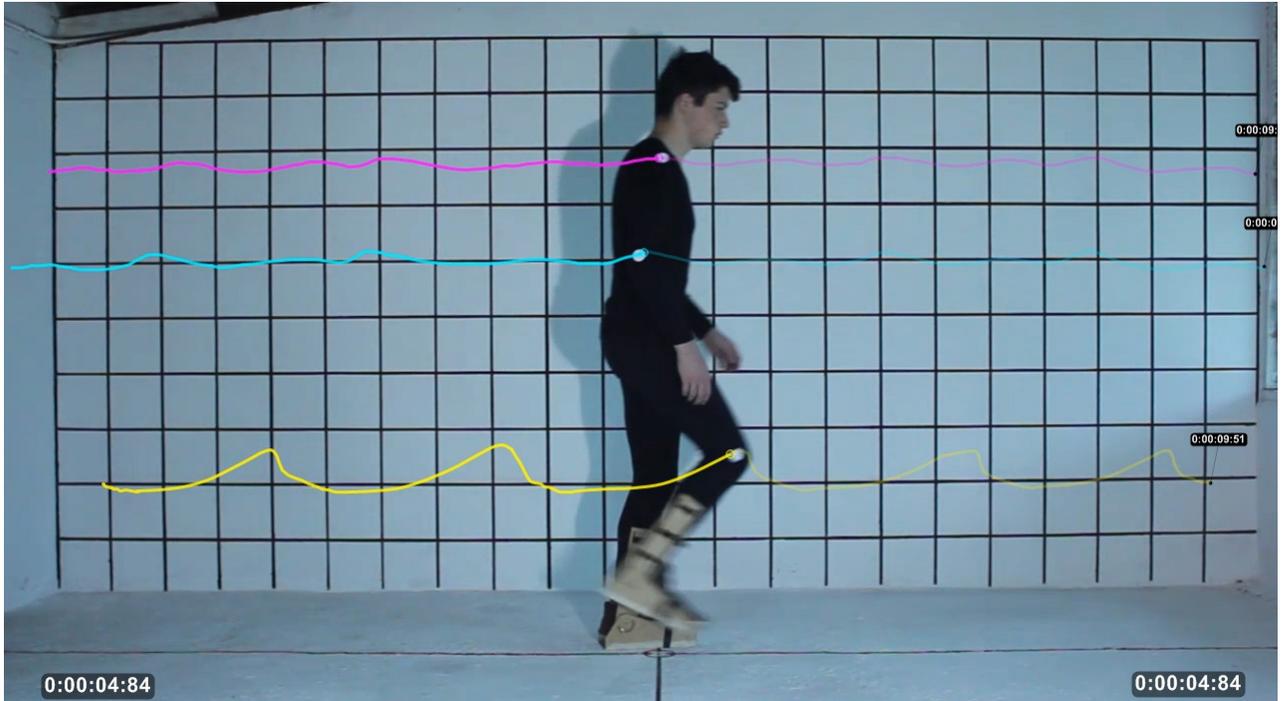


Figura 196: Análisis marcha con prototipo prótesis en software *Kinovea*.

Los videos, uno a uno, fueron analizados en *Kinovea* y el material gráfico resultante fue exportado para hacer tablas comparativas entre las 16 pruebas realizadas. Estos gráficos evidenciaron los movimientos y esfuerzos del cuerpo intervenido artificialmente, que iban desde leves desniveles de postura en donde se mantenía la armonía y fluidez de los movimientos, hasta casos significativos de alteraciones en que el eje central y el centro de masa de desplazan, provocando un exceso de movimientos en las extremidades superiores y una sobrecarga en el tren inferior.

## Prototipo Cadera\_abducción 0° / Marcha

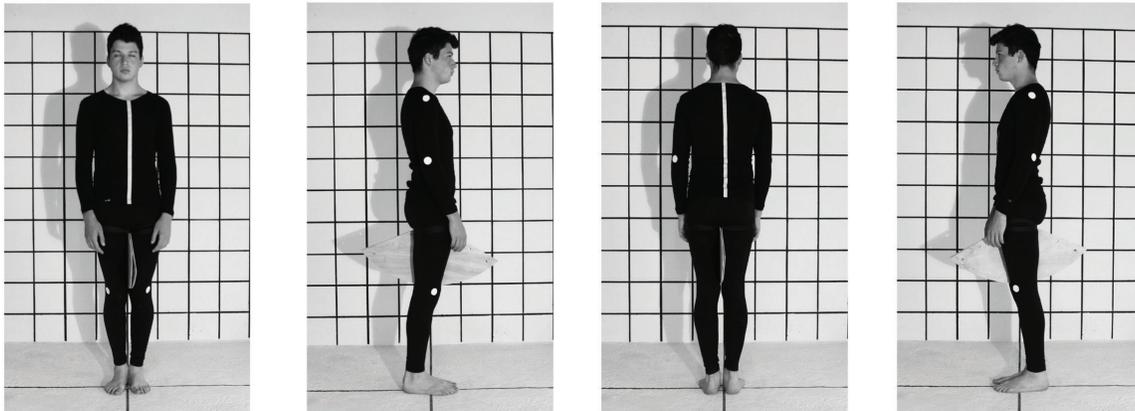
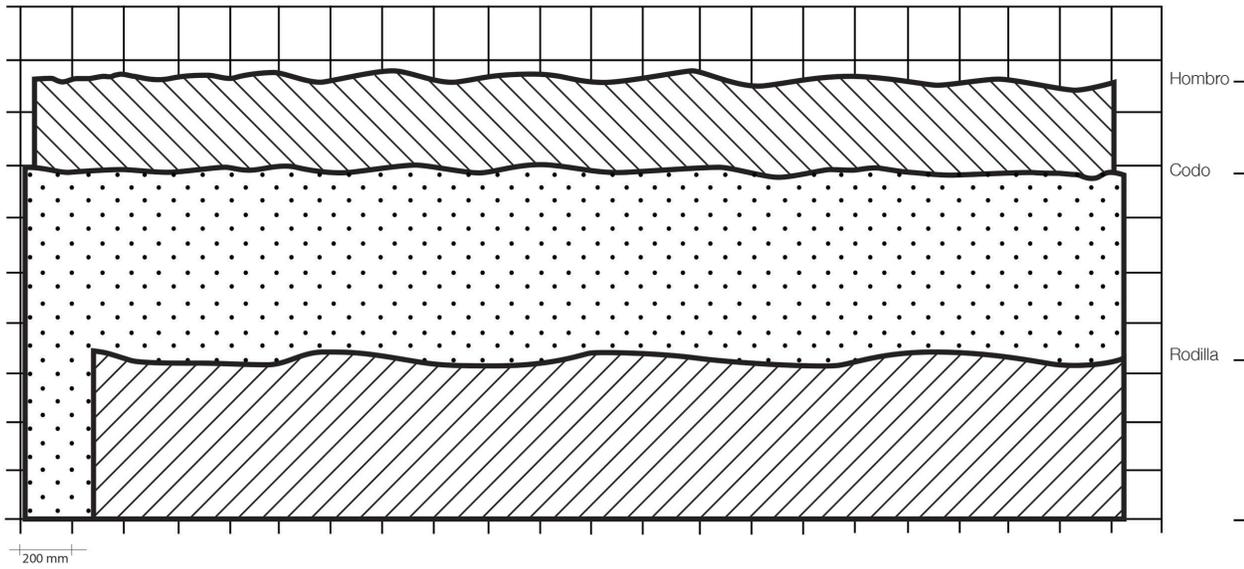


Figura 197: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Cadera\_abducción 20° / Marcha

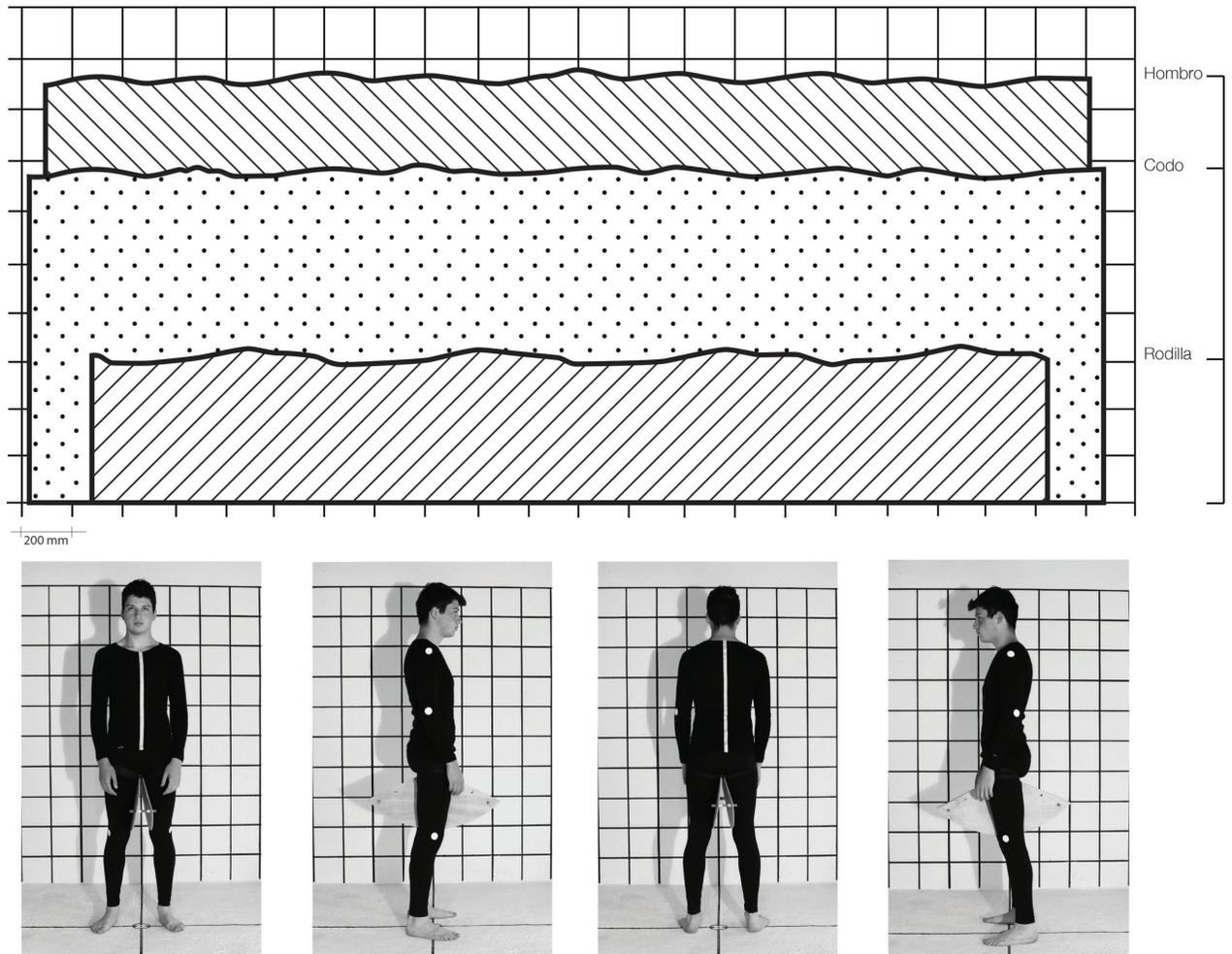


Figura 198: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Cadera\_abducción 40° / Marcha

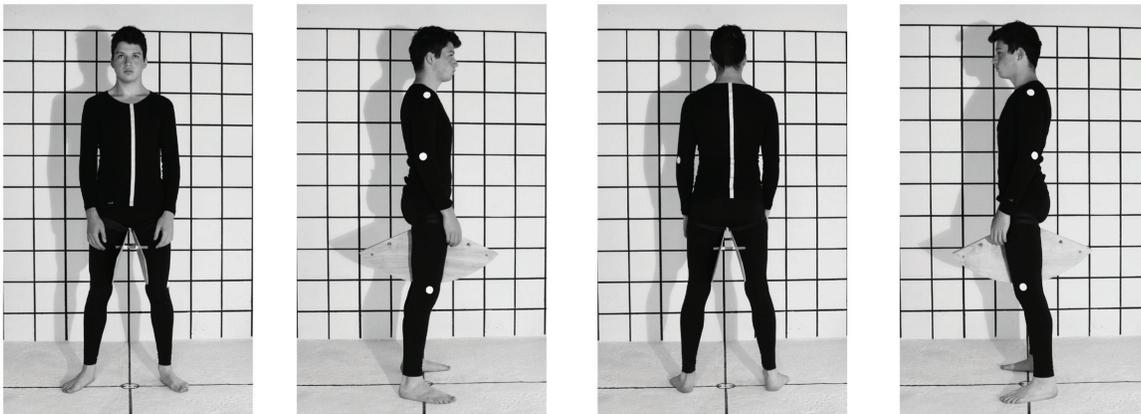
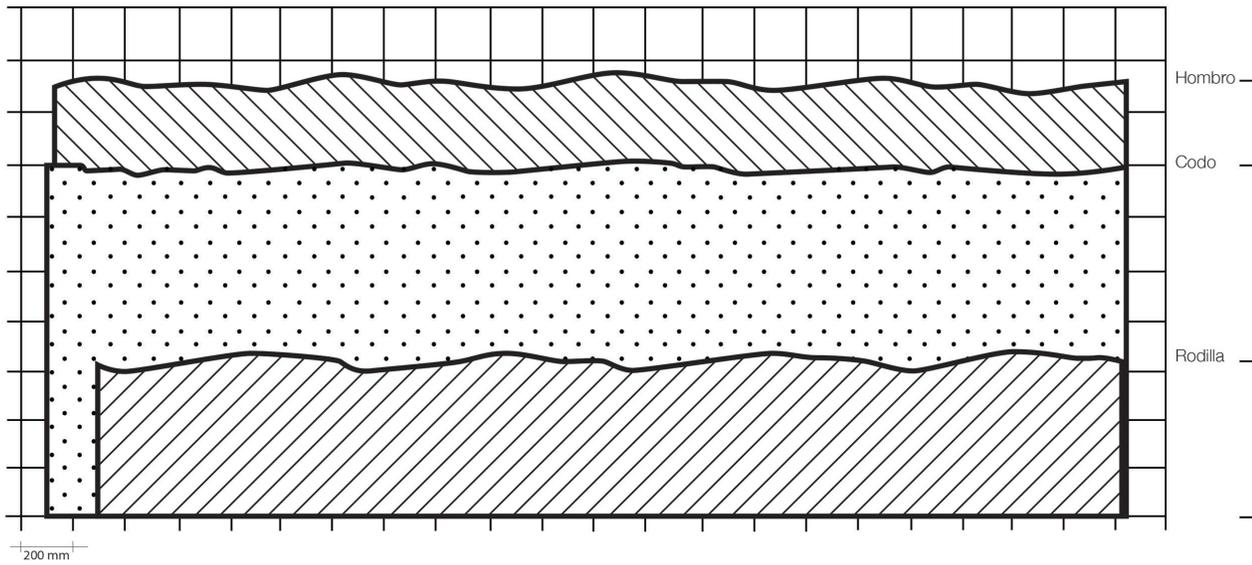


Figura 199: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

# Prototipo Cadera\_abducción 60° / Marcha

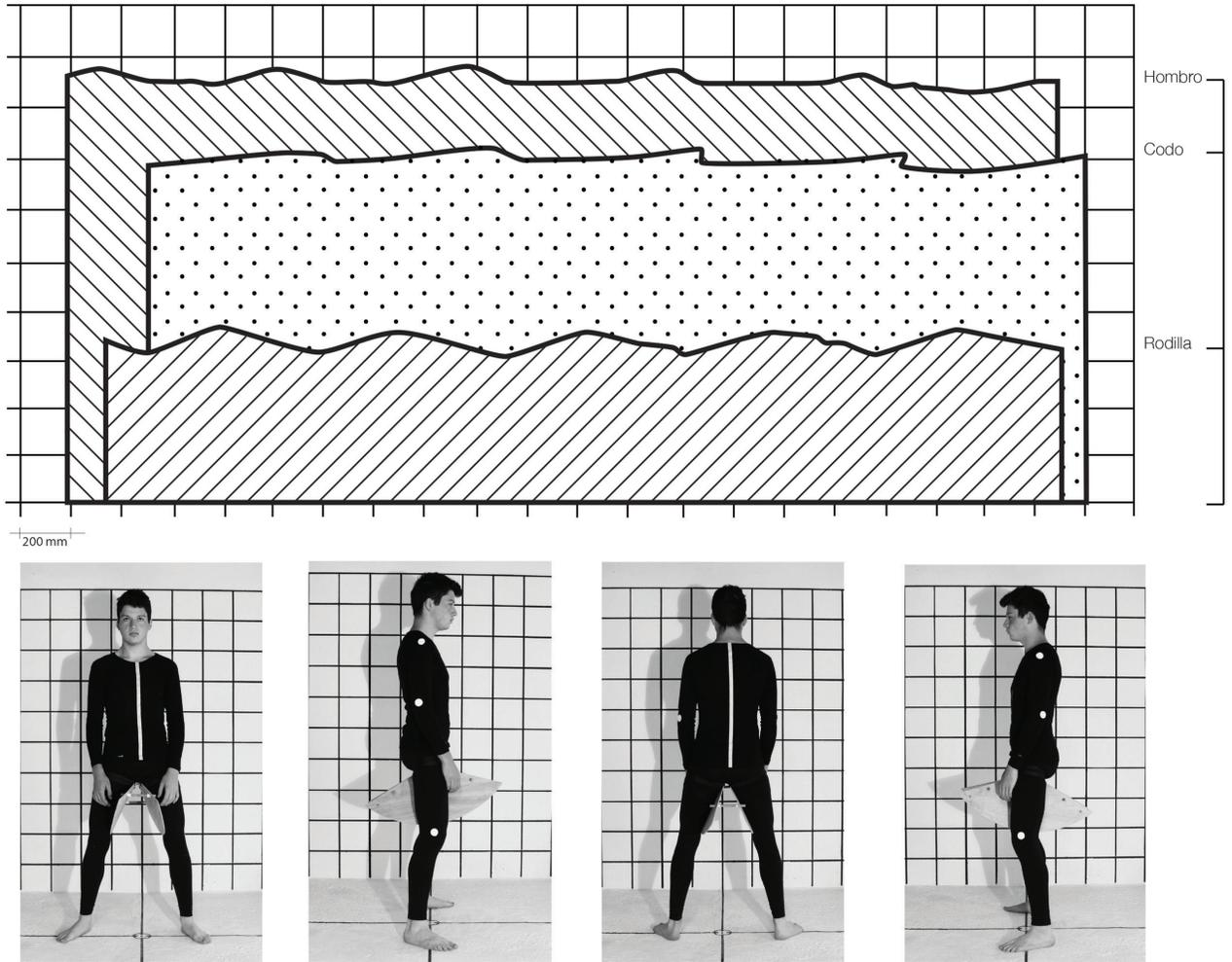


Figura 200: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Rodilla\_flexión 0° / Marcha

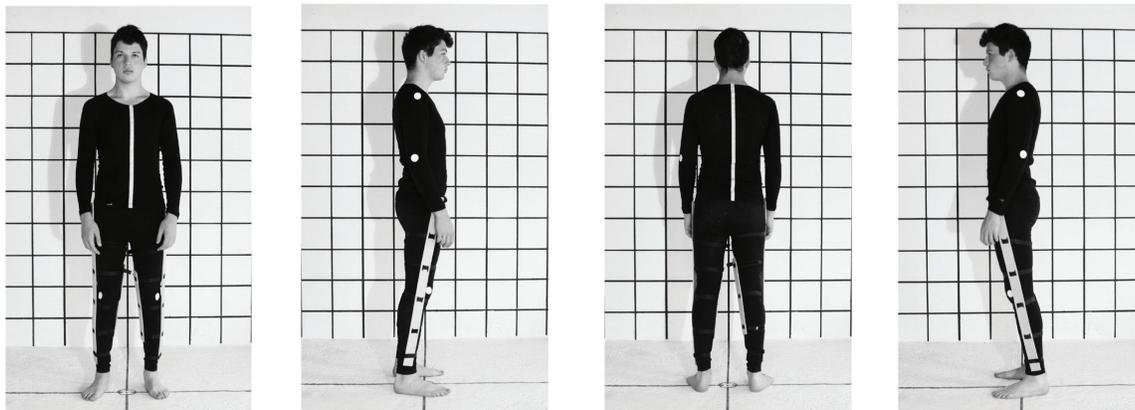
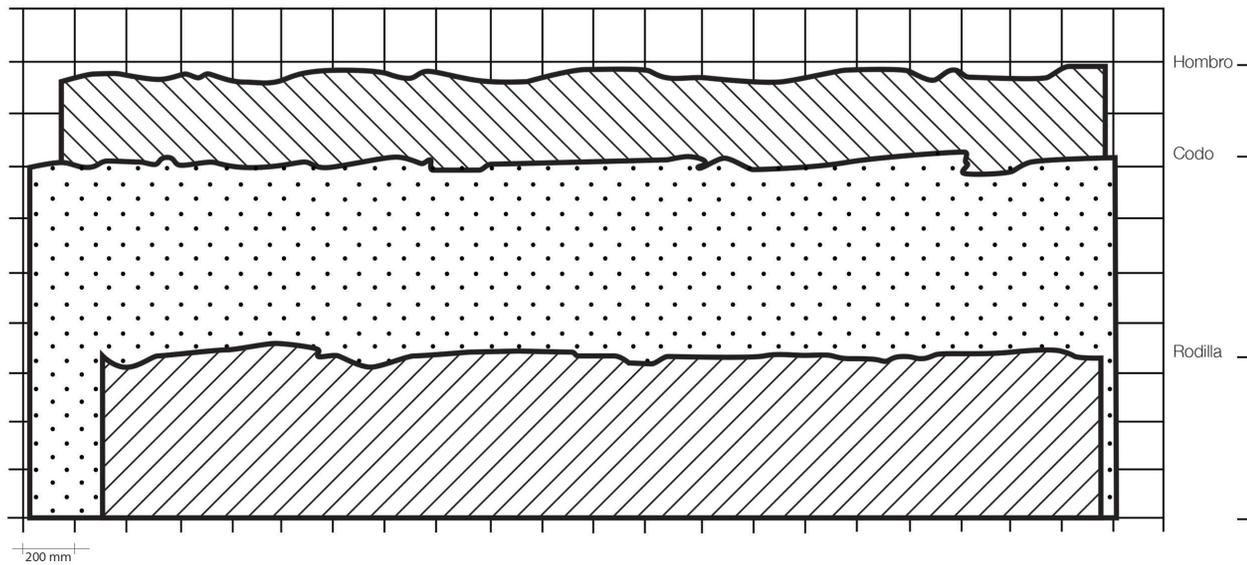


Figura 201: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Rodilla\_flexión 30° / Marcha

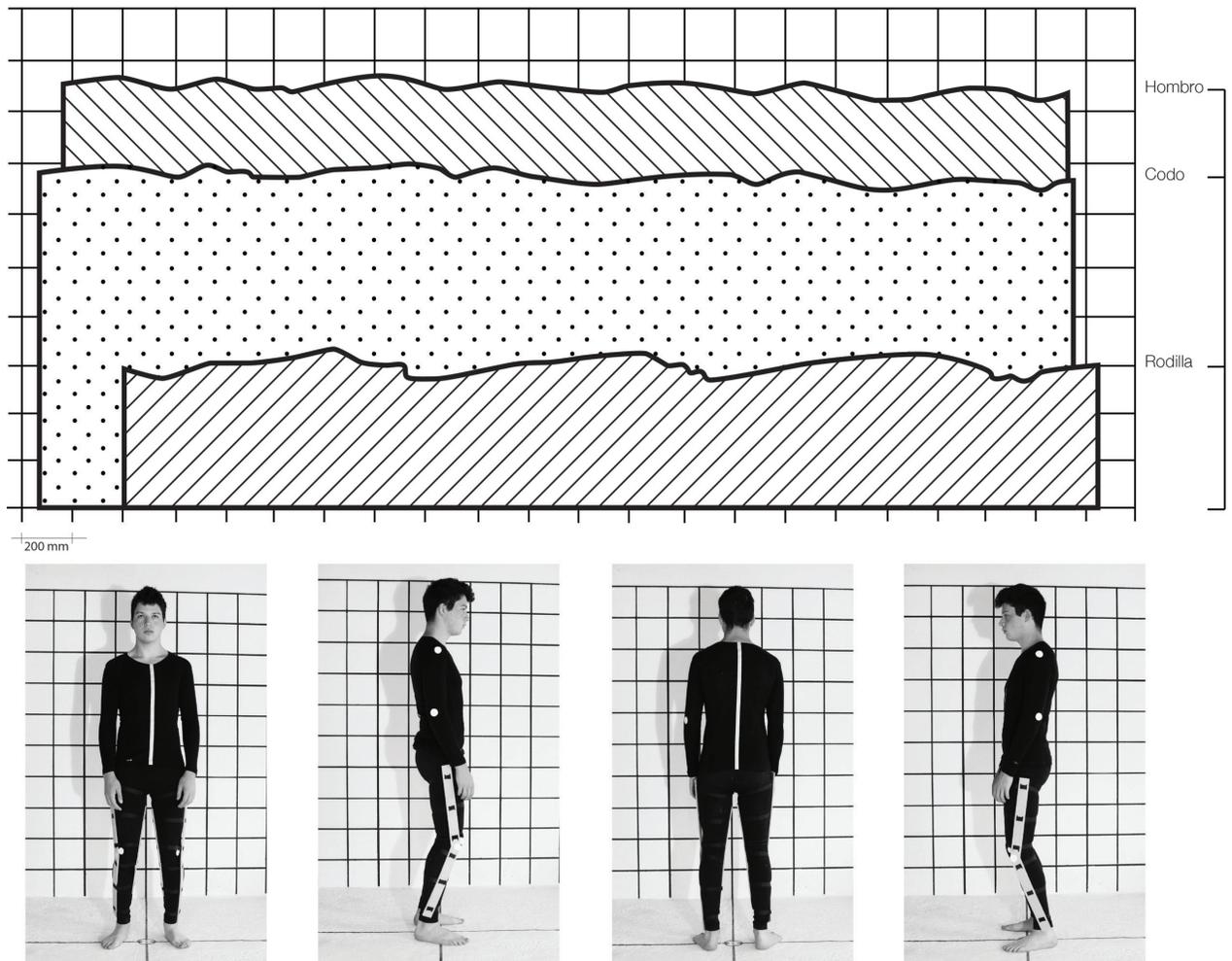


Figura 202: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Rodilla\_flexión 60° / Marcha

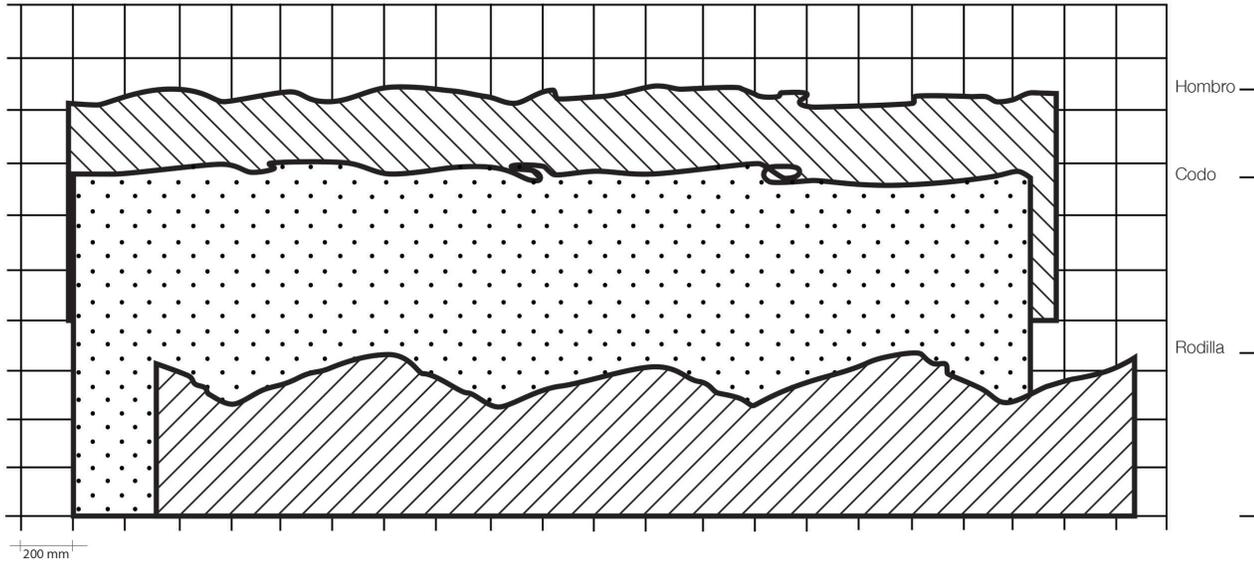


Figura 203: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Rodilla\_flexión 90° / Marcha

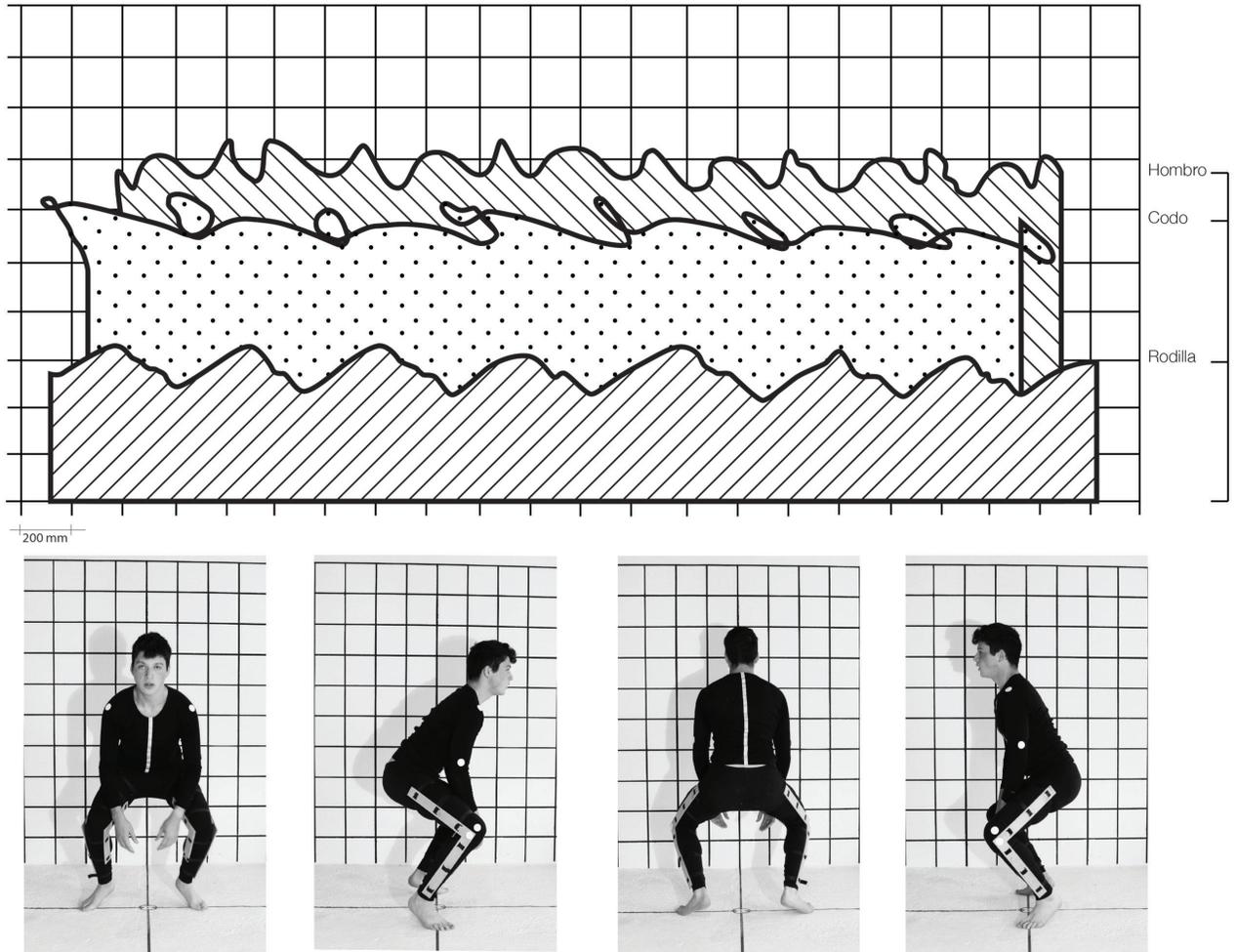


Figura 204: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Tobillo\_extensión 0° / Marcha

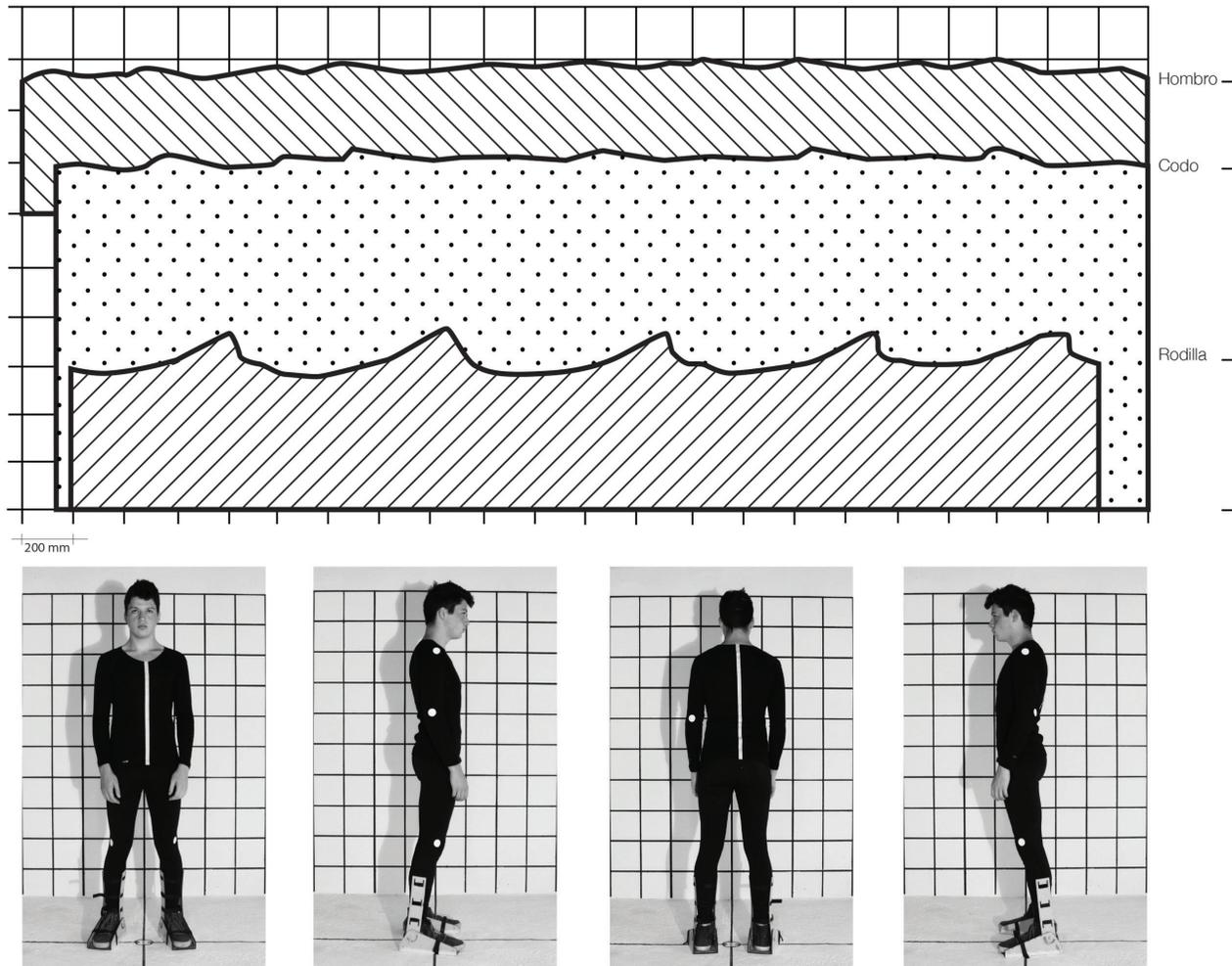


Figura 205: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Tobillo\_extensión 10° / Marcha

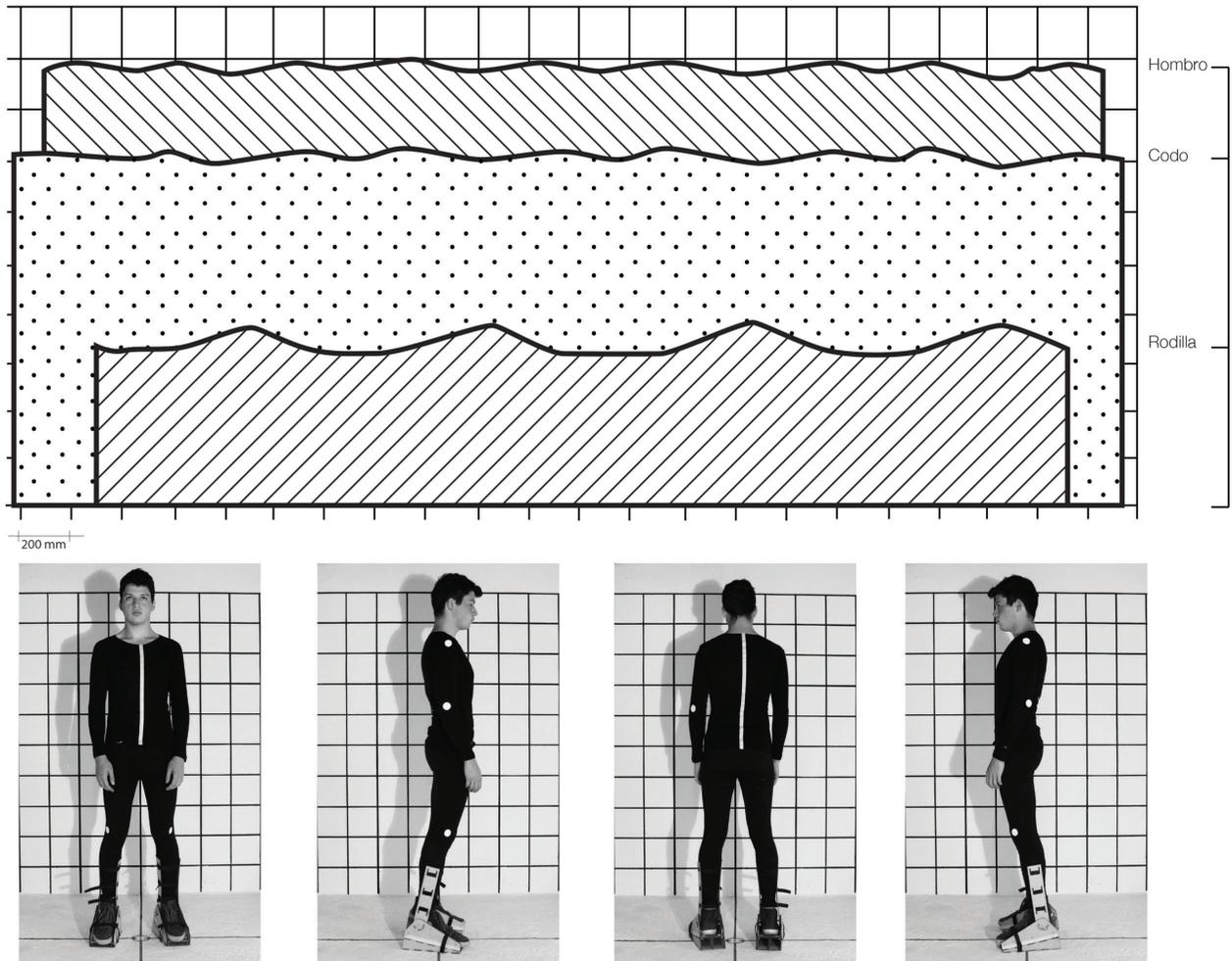


Figura 206: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

# Prototipo Tobillo\_extensión 20° / Marcha

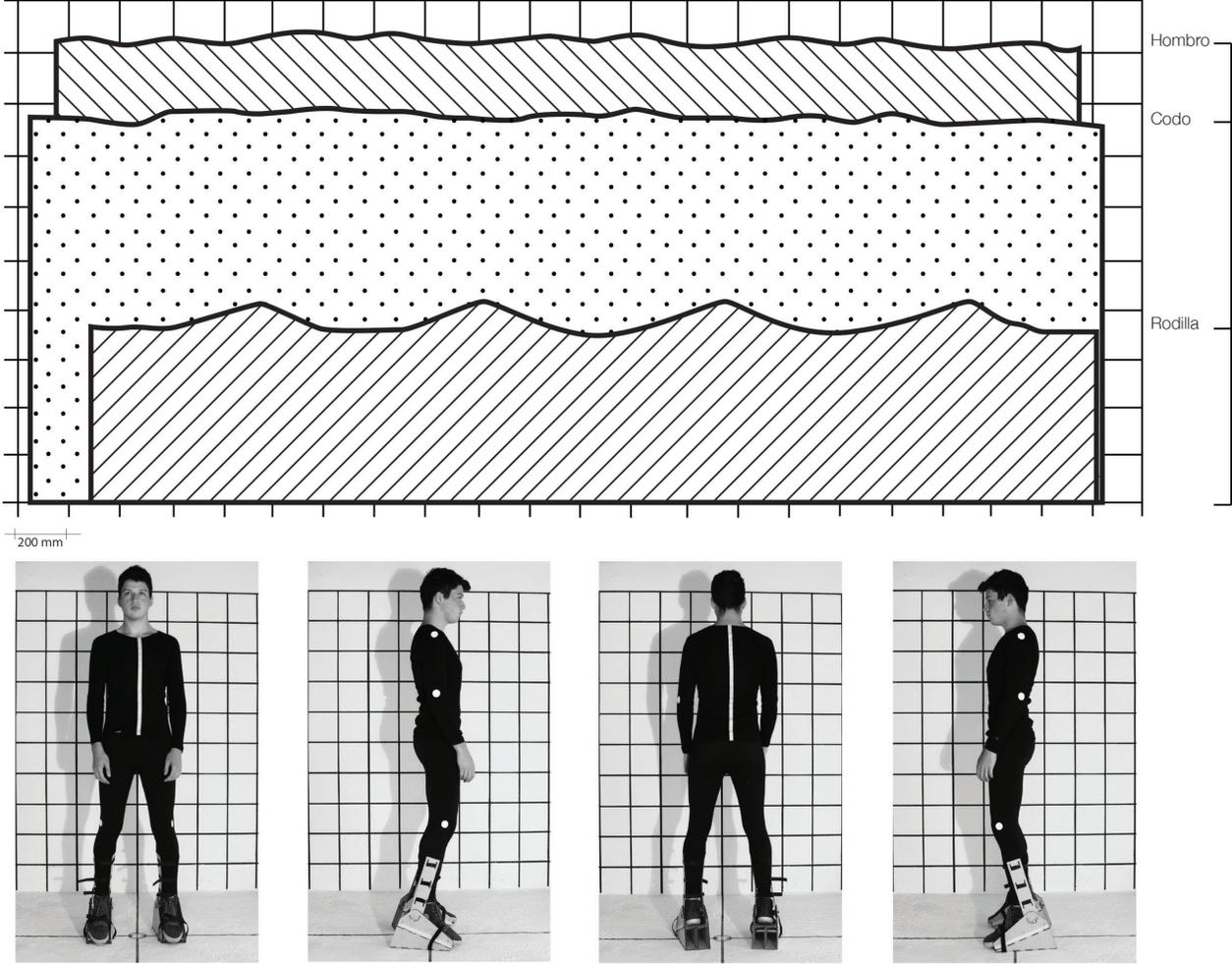


Figura 207: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Tobillo\_extensión 30° / Marcha

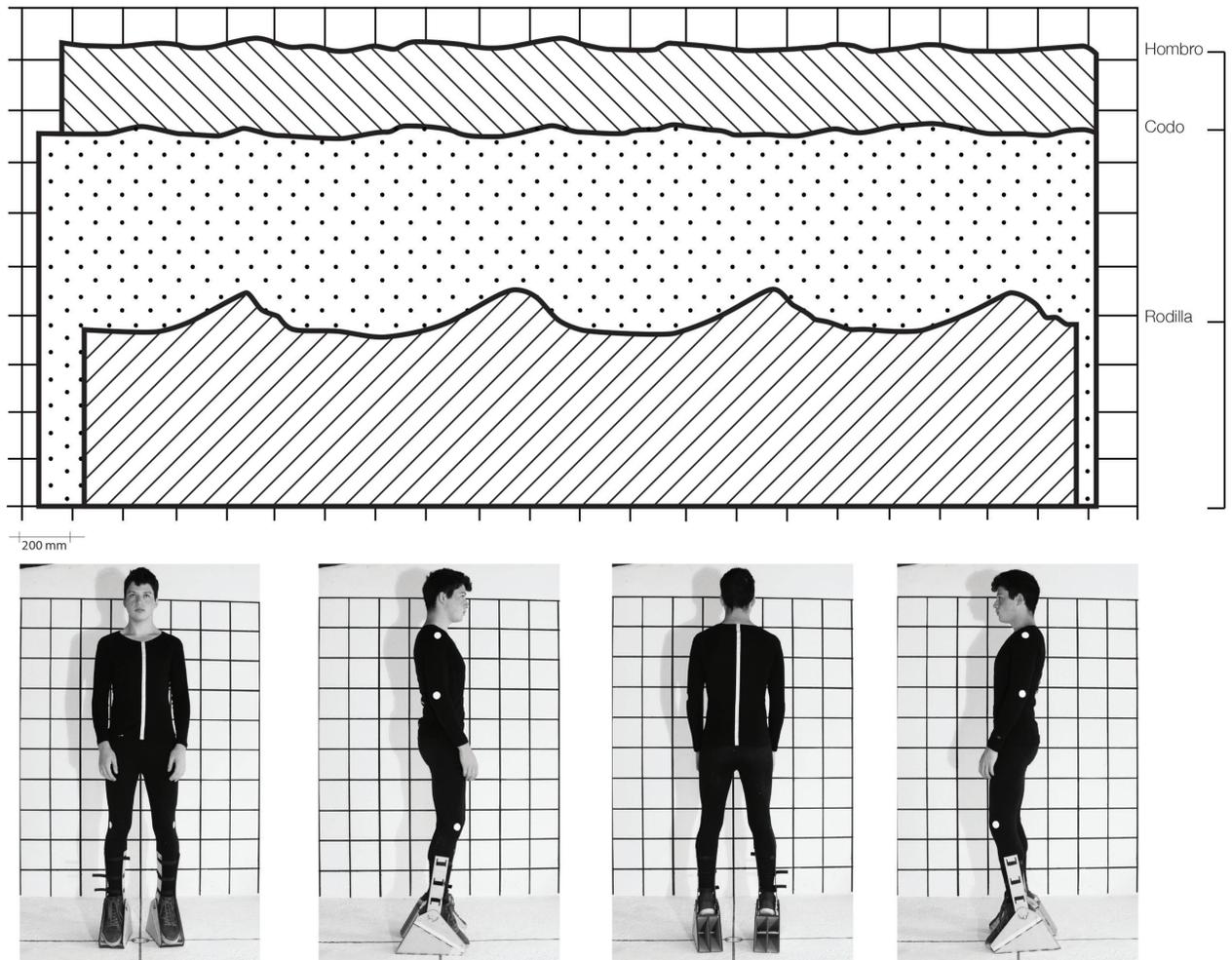


Figura 208: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

# Prototipo Tobillo\_flexión 0° / Marcha

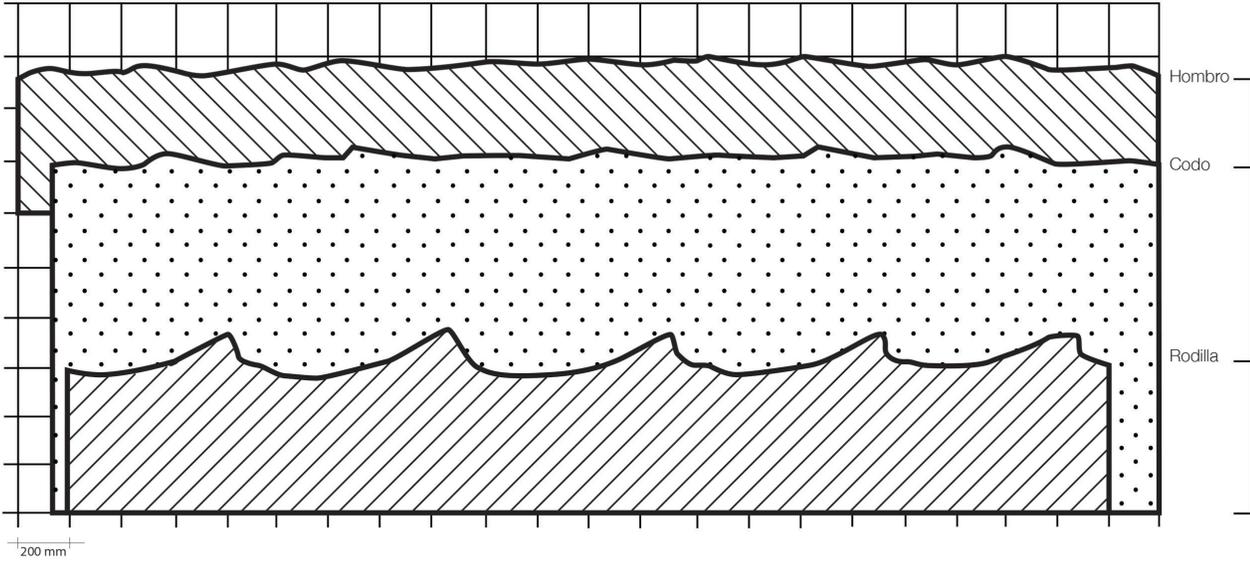


Figura 209: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Tobillo\_flexión 10° / Marcha

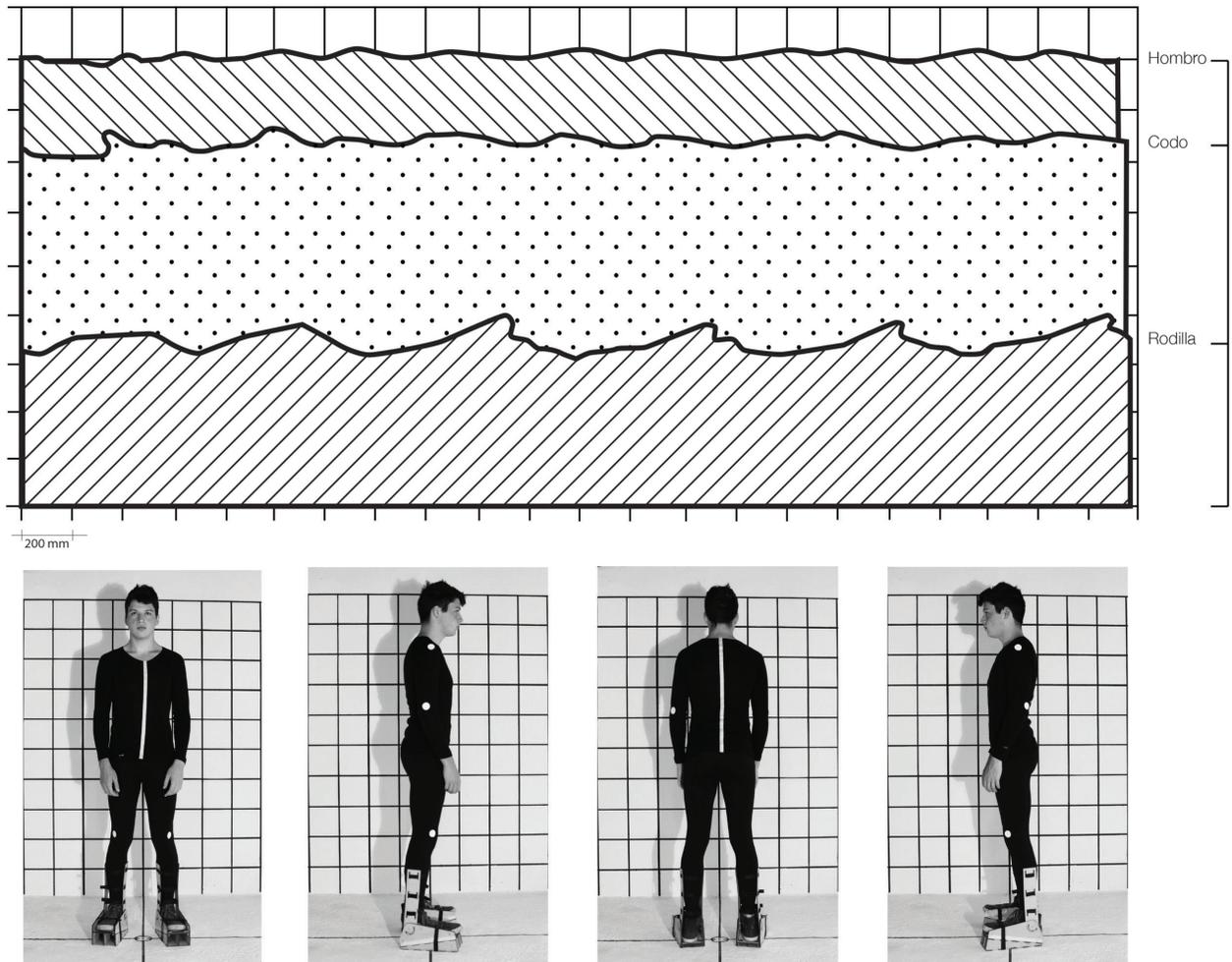


Figura 210: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

# Prototipo Tobillo\_flexión 20° / Marcha

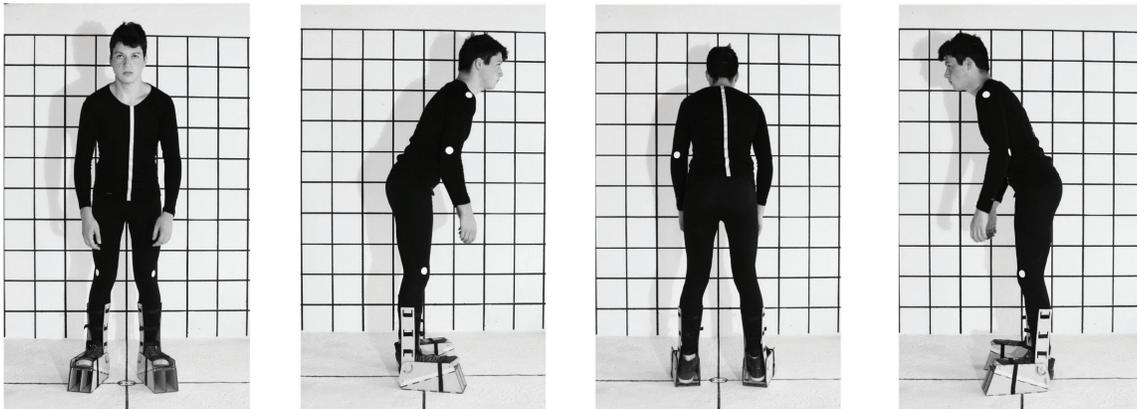
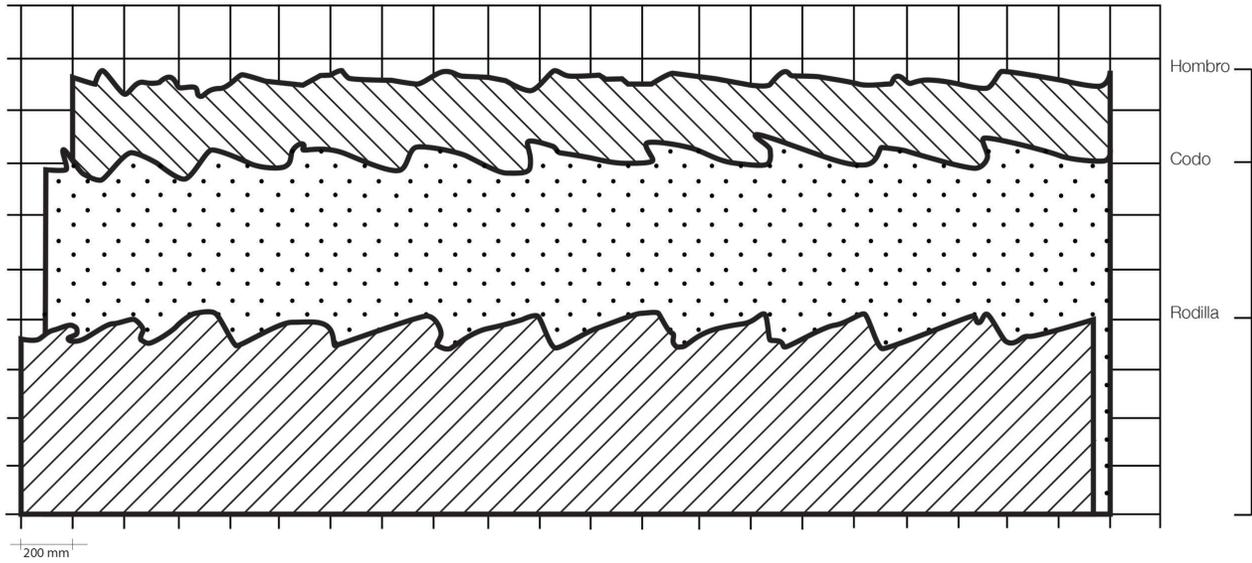


Figura 211: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

## Prototipo Tobillo\_flexión 30° / Marcha

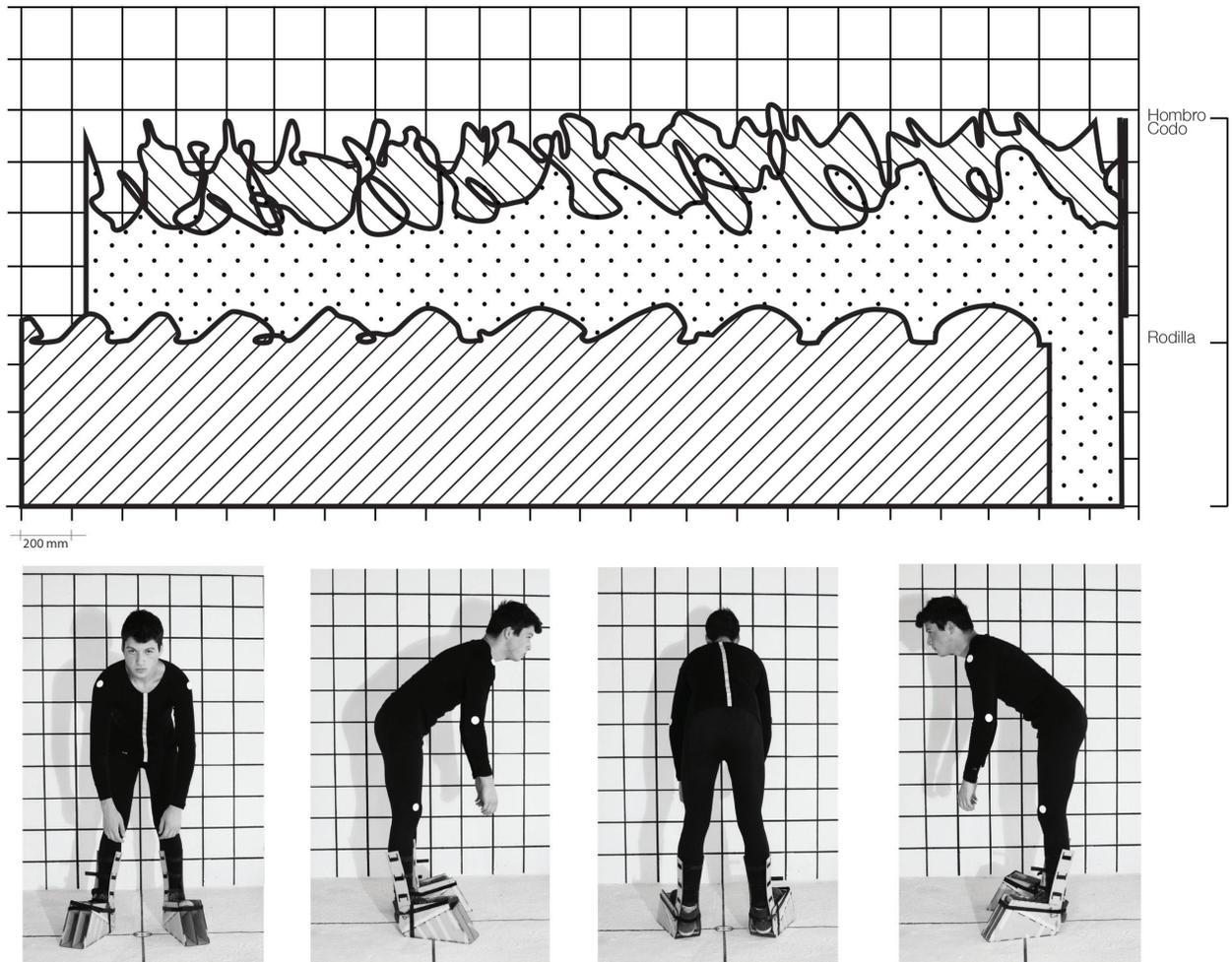


Figura 212: Gráficos a partir de análisis software *Kinovea*.

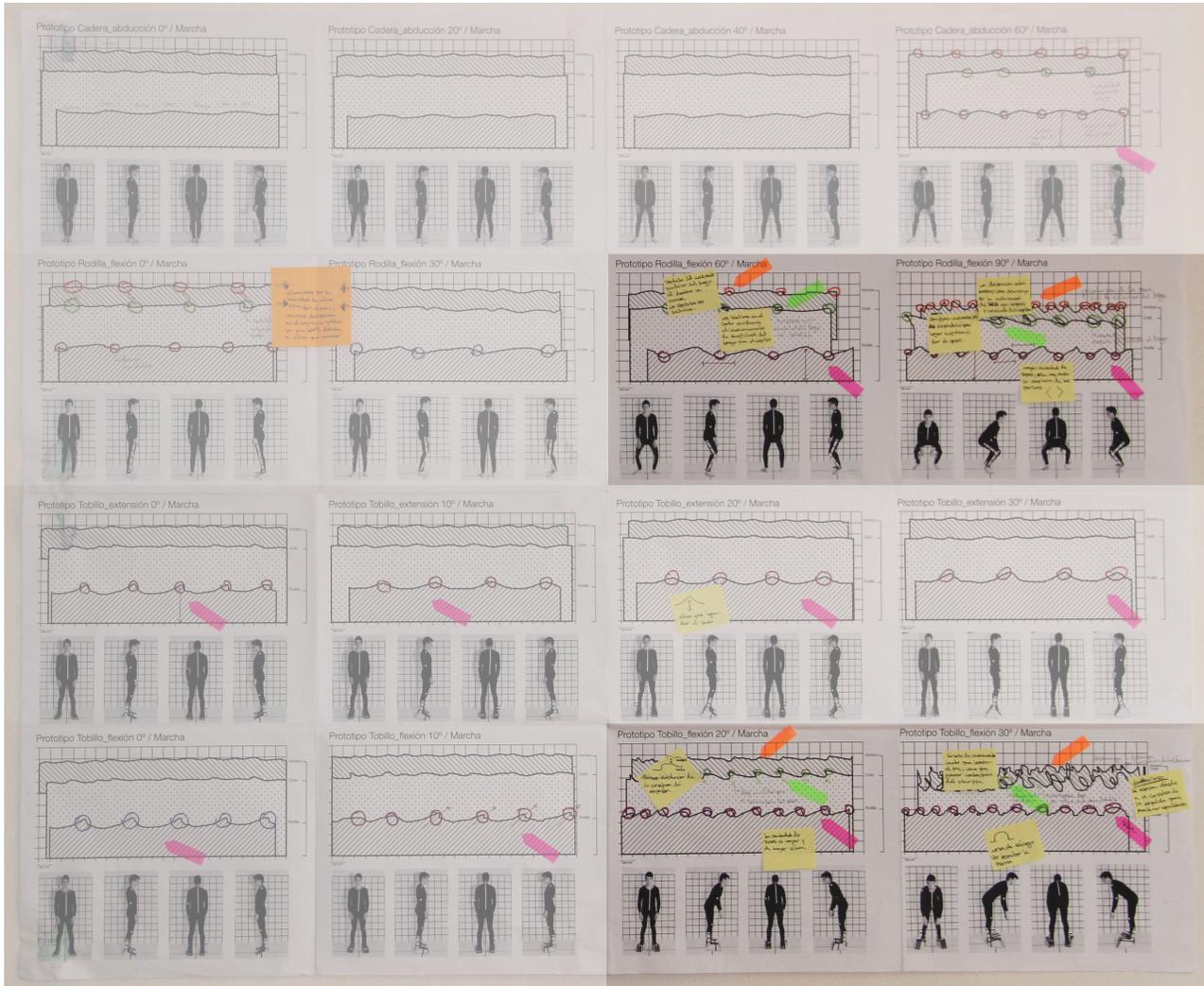


Figura 213: Selección de prototipos a partir de gráficos de análisis software *Kinovea*.

# Prototipo Rodilla\_flexión 60° / Marcha



Figura 214: Detalle selección de prototipos a partir de gráficos de análisis software Kinovea.

# Prototipo Rodilla\_flexión 90° / Marcha

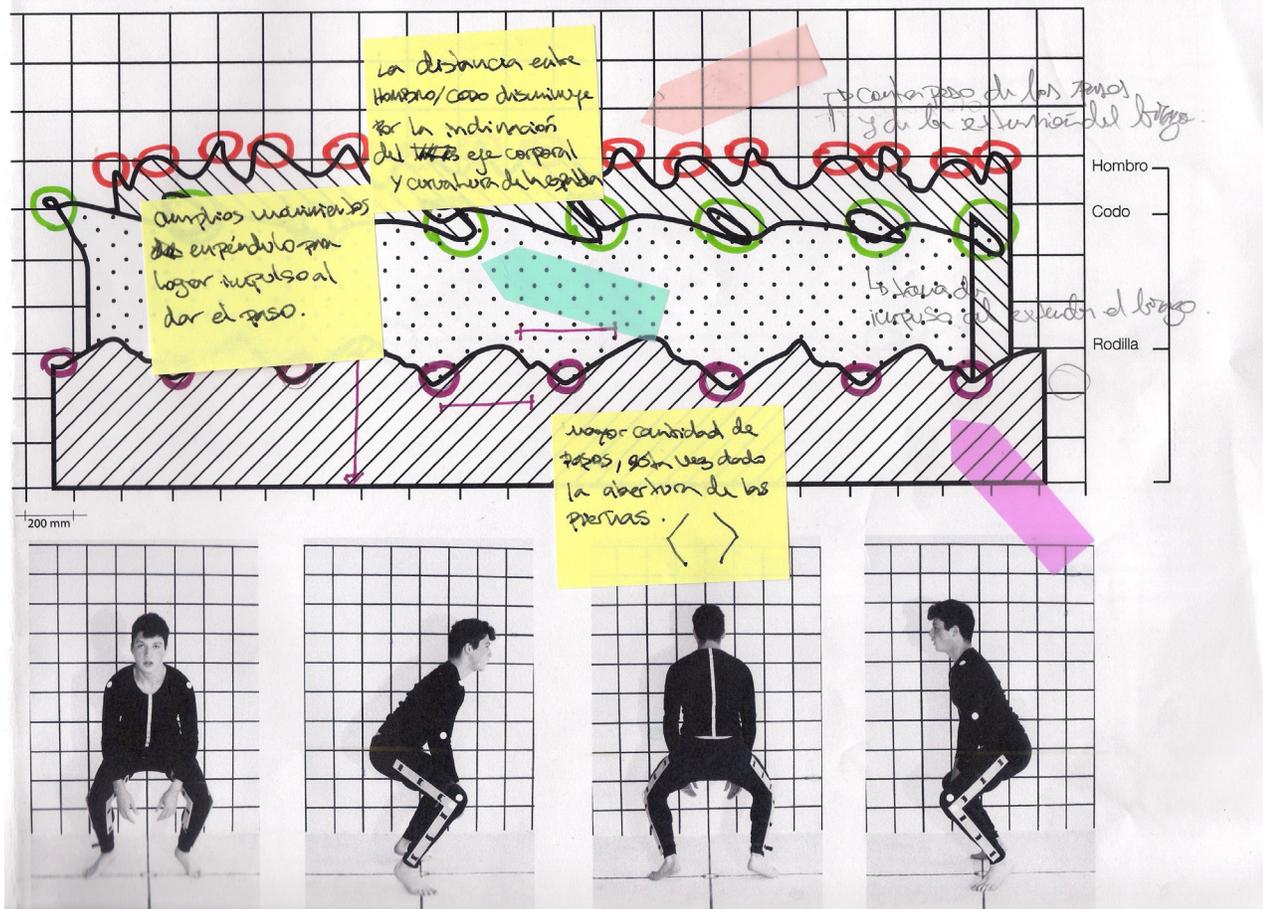


Figura 215: Detalle selección de prototipos a partir de gráficos de análisis software Kinovea.

# Prototipo Tobillo\_flexión 20° / Marcha

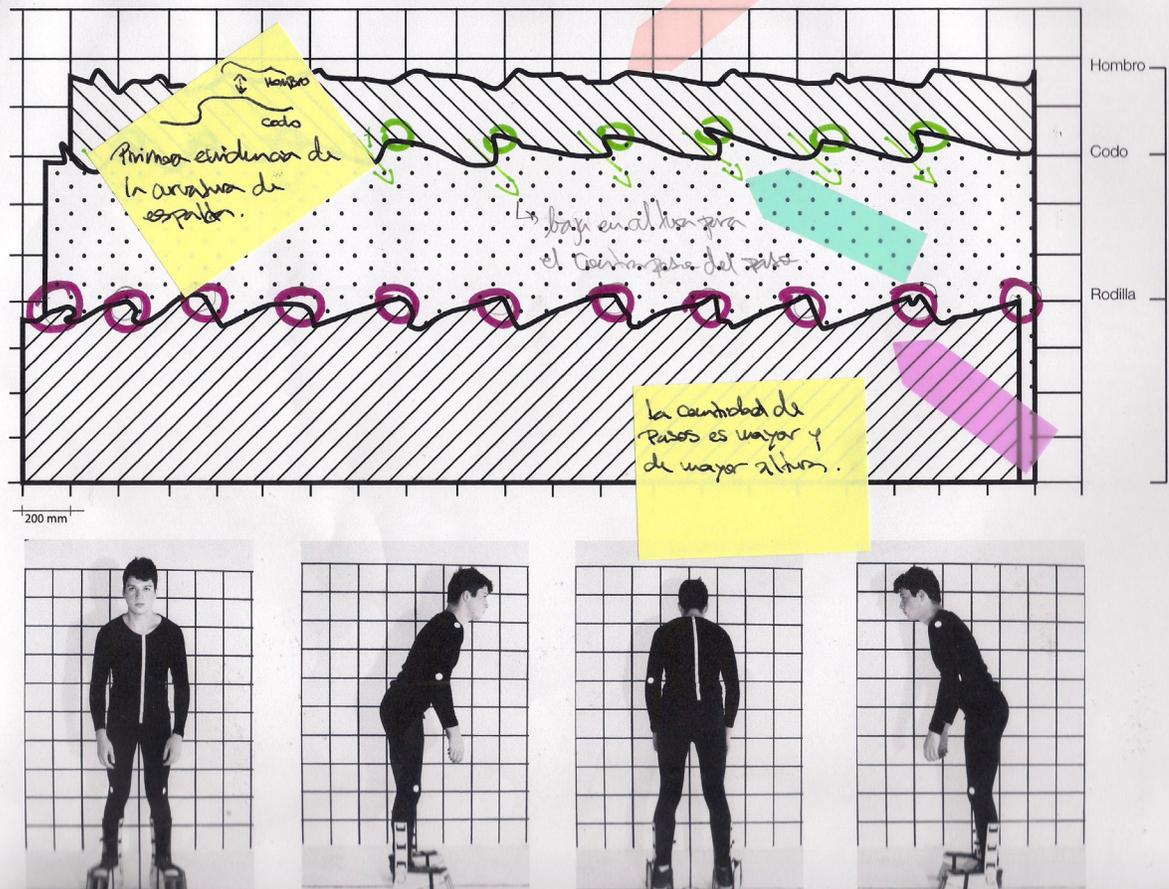


Figura 216: Detalle selección de prototipos a partir de gráficos de análisis software Kinovea.

# Prototipo Tobillo\_flexión 30° / Marcha

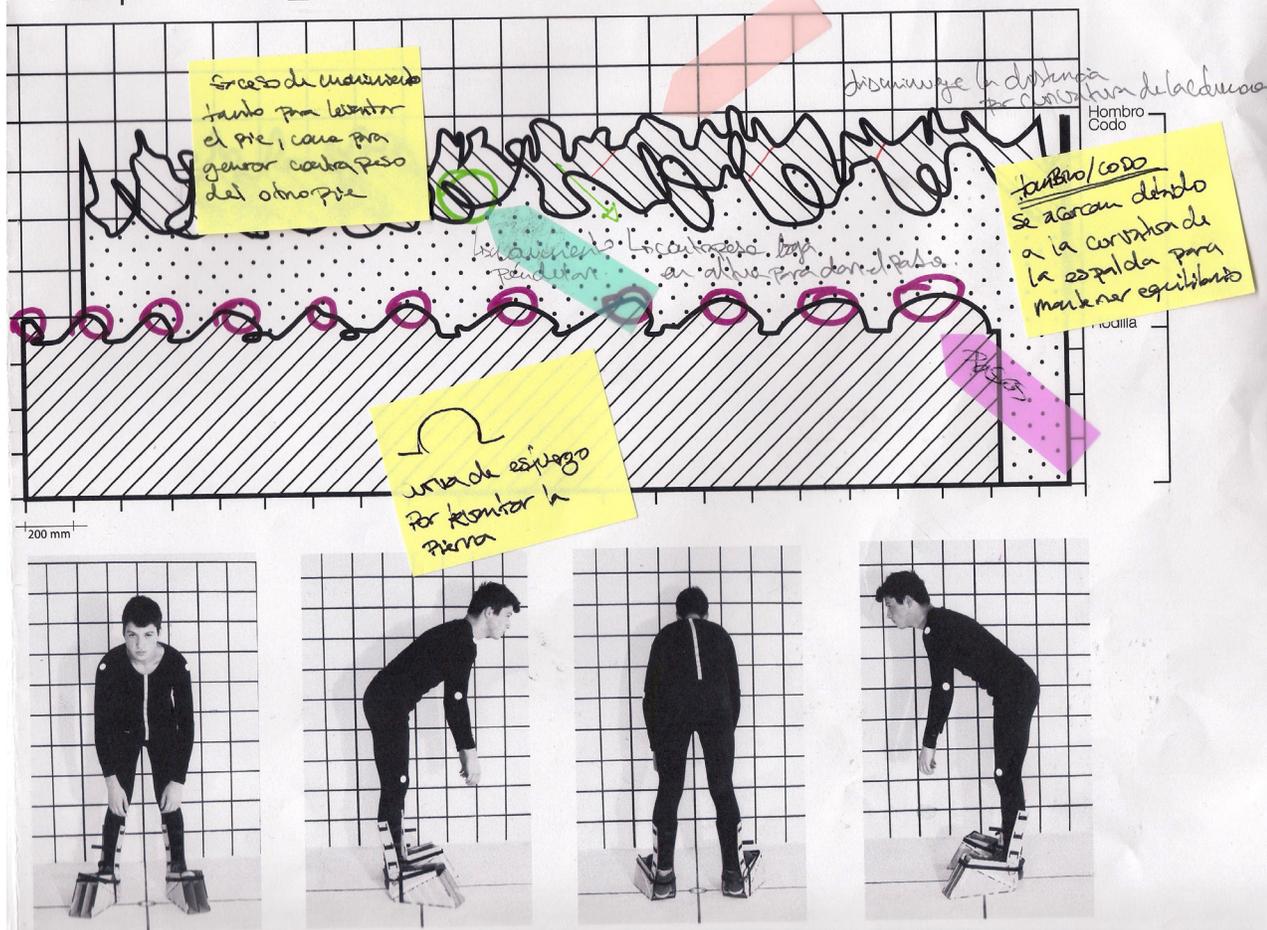


Figura 217: Detalle selección de prototipos a partir de gráficos de análisis software Kinovea.

## 4.3. Experimentación Final

### 4.3.1. Pruebas prototipos *in situ*.

La etapa de experimentación final se llevó a cabo en el contexto de las visitas al Museo de Anatomía con audiencia escolar. Este proceso se inició la primera semana de diciembre, por lo que sólo se alcanzó a hacer las pruebas con un colegio, ya que las visitas programadas para el año 2015 habían terminado. El objetivo de esta actividad fue evaluar la reacción de la audiencia al probarse estas prótesis. En primer lugar y lo más importante, fue conocer como sienten su cuerpo al caminar con restricciones y limitaciones en algunas de sus articulaciones, para lo cual registré el audio y realicé preguntas escritas posteriores a la experiencia sobre lo que había provocado en ellos el uso de los prototipos de prótesis. En segundo lugar me interesaba conocer lo molesto o incómodo que podría llegar a ser el acoplamiento a prótesis, ya que en ningún caso pretendo realizar una experiencia tortuosa.

Para llevar a cabo este proceso se llevaron al Museo tres prototipos funcionales de los cuales se alcanzaron probar dos: prototipo tobillo flexión en 20° y prototipo rodilla flexión en 60°. Previamente al día de la prueba, preparé un telón cuadriculado ploteado, para simular las condiciones del *Laboratorio para la experimentación de la corporalidad*. A continuación detallaré el acta de registros del día jueves 3 de diciembre del 2015.

#### **Acta de Acontecimientos Pruebas Prototipos jueves 3 de diciembre.**

Prototipos de prótesis a probar:

-Rodilla Flexión 60°

-Tobillo Flexión 20°

#### **Preliminar**

Se llega al museo a las 8.20am. Se instala un telón cuadriculado en el anfiteatro de anatomía para realizar la primera prueba con la audiencia. Se marca en el piso una línea paralela al telón (a modo de

guía) por donde se les pedirá caminar a los alumnos que utilicen las prótesis.

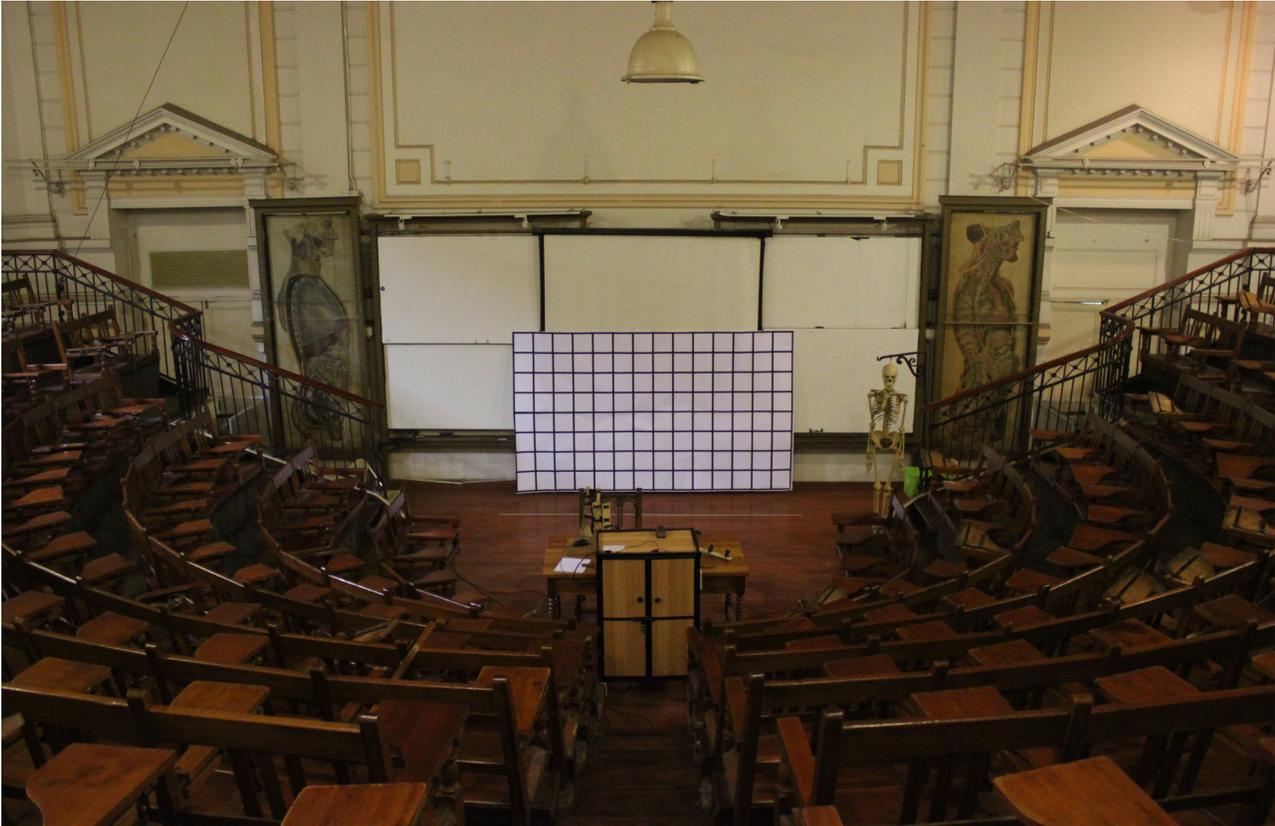


Figura 218: Pruebas prototipos in-situ. Anfiteatro del Museo de Anatomía.

### Prueba

La primera prueba de prótesis con la audiencia del Museo de Anatomía, se realizó a las 10.00 hrs. del día jueves 3 de diciembre. Tuvo lugar en el Anfiteatro da Anatomía con alumnos de IIIº medio del Colegio De la Salle, es decir, jóvenes entre 16 y 17 años y, particularmente en este caso, sólo hombres. Una vez dada la bienvenida, se les explica el contexto del proyecto y de la actividad que van a desarrollar a continuación. En seguida, se piden dos voluntarios para realizar las primeras pruebas.

Una vez instaladas las prótesis en los alumnos, se les pide que, de a uno, caminen –de forma normal– siguiendo la línea que hay dibujada en el piso, ida y vuelta. Luego, se les pide que repitan la ejecución, pero esta vez comentándoles a sus compañeros que los observan lo que sienten, lo que ocurre con su postura, los lugares de intensidad, los tipos de movimientos que realizan. Al finalizar, se les pide que llenen una ficha de registro con sus datos y respondan unas preguntas.

Una vez terminado, pido a los estudiantes dos voluntarios más. Al repetir la prueba, en el momento en que ellos hablan sobre lo que ocurre con su cuerpo, comienzan a comparar su experiencia con lo que escucharon de sus compañeros anteriores. Al terminar les pido, también, que llenen una ficha de registro.

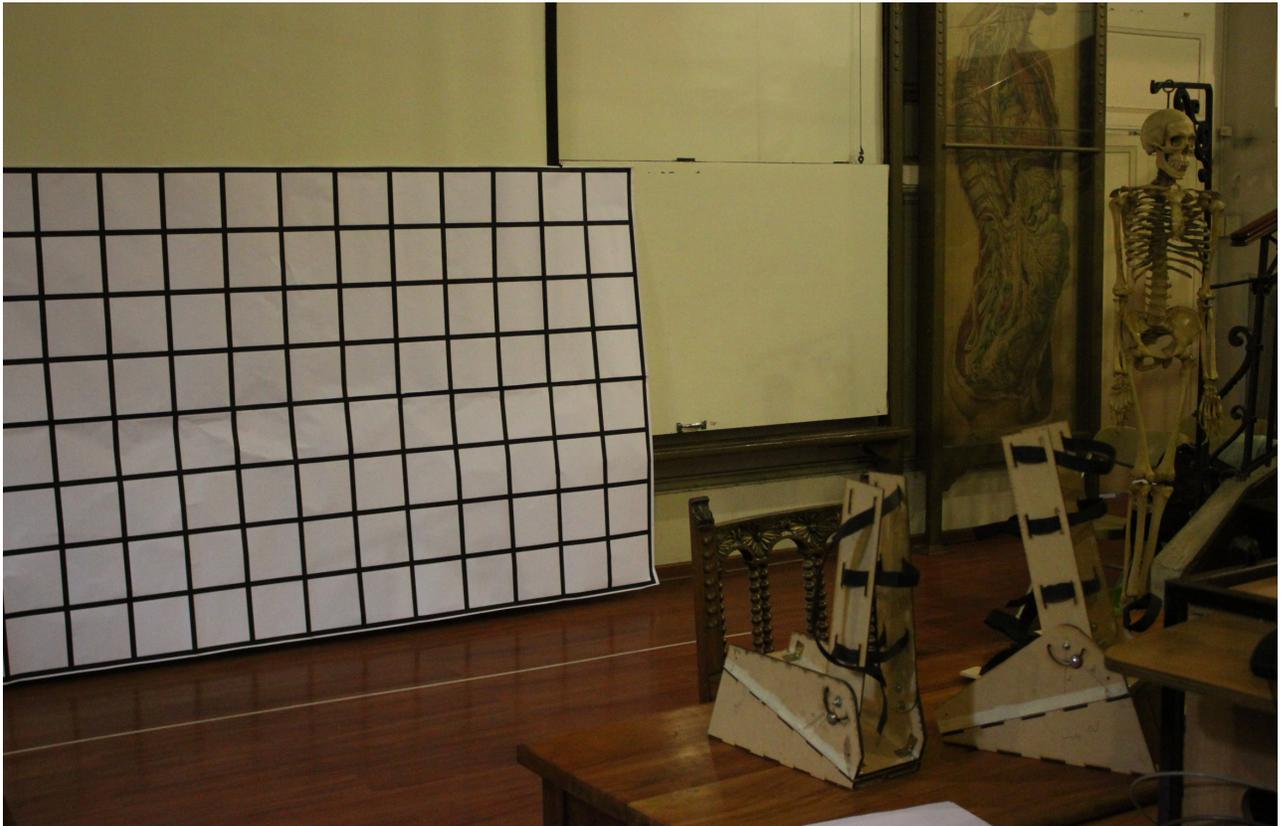


Figura 219: Pruebas prototipos in-situ. Anfiteatro del Museo de Anatomía.

Al finalizar las cuatro primeras pruebas, se discute con el curso oyente las conclusiones de la actividad, en donde se entrega con mejor detalle la finalidad de ésta. En breves palabras se les dice que esta actividad busca ser un preámbulo en la visita al Museo, donde mediante prótesis se pueda percibir el propio cuerpo. Esta actividad, complementaría su visita al Museo de Anatomía, en el cual podrán observar y hacer tangible el cuerpo humano.

Durante el cierre de la actividad, se le da la posibilidad de hacer preguntas a los alumnos. La primera de ellas es acerca de si se ha intentado usar las dos prótesis al mismo tiempo –rodilla y tobillo. En la segunda pregunta; la que particularmente me llamó más la atención; el alumno pregunta si acaso estas prótesis eran para la columna o para corregir la postura de la columna vertebral. Esta pregunta me parece muy importante, ya que mantuve la precaución de no hacer ningún alcance directo sobre la columna vertebral, tanto en la introducción como durante la ejecución de las pruebas. Sin embargo, durante la experiencia de sus compañeros con las prótesis, se mantenían constantes los comentarios sobre el cambio de postura y la modificación de los movimientos habituales al caminar y por mantener el equilibrio. Esto, indirectamente, se ve reflejado en el comportamiento de la columna vertebral, como eje central de cuerpo humano.

#### Término

Al finalizar, se les hace entrega de una bolsita con incentivos a modo de agradecimiento a los voluntarios de la prueba, y a un quinto estudiante que prestó ayuda al instalar las prótesis.

La prueba en total; introducción, ejecución y preguntas; tuvo una duración de no más de 25 minutos.

### Observación

Siendo un colegio de hombres, tuvieron un comportamiento adecuado y gran participación, con cuatro voluntarios que participaron de las pruebas, más una ronda de preguntas abierta a todo el curso. A pesar de que la actividad podría haber desencadenado burlas por comportamientos considerados ridículos, sólo hay registros de una que otra risa al comienzo de la actividad (video).

Es necesario ir con una persona de apoyo para que me ayude tanto en la instalación, como en el registro no sólo las pruebas, si no que de toda la actividad. Es importante registrar la ronda de preguntas.



Figura 220: Pruebas prototipos in-situ. Anfiteatro del Museo de Anatomía.

## AUDIO Y REGISTRO DE PREGUNTAS

### Sujeto 1 Rodilla.Flexión

¿Qué sientes al caminar con estas prótesis?

“Es incomodo por que uno está acostumbrado a mover la rodilla mucho, entonces tengo que flectar esto [mueve la articulación de la cadera], la pierna. Es como dar una patada todo el rato.”

¿Qué pasa con tu postura?

“Tengo que hacer equilibrio para no caerme, por ejemplo lo de los brazos no los muevo por pinturita [queriendo decir que haciéndose el chistoso]. Si camino así [baja los brazos y dar unos pasos sin moverlos] es muy incómodo, me des-estabilizo.”

FICHA DE REGISTRO Nº 1-R.Flexión

Nombre: Manuel Sexo: \_\_\_\_\_

Curso: 3º D Edad: 16 Altura: 169 cm Peso: 66 kg (aprox)

¿Qué sentiste al caminar con estas prótesis?  
Se siente incómodo por ser algo antinatural.

¿Cómo describes lo que ocurrió con tu cuerpo?  
Mi columna se encorvó, el área de los cuádriceps se sentía una leve presión y tenía muy poca movilidad aún cuando usé la prótesis de las rodillas

¿Qué parte de tu cuerpo se hicieron más intensas?  
los cuádriceps y la columna

¿Qué piensas sobre tu cuerpo?  
Que es algo desconocido y, después de esto, puedo asegurar que no lo conozco ni en lo más mínimo

Figura 221: Ficha de evaluación individual prototipos in-situ. Anfiteatro del Museo de Anatomía.

¿Entonces que haces con los brazos?

"Los muevo así, levantando los codos [amplía el movimiento pendular del hombro]."

Sujeto 2 Tobillo.Flexión

Habla de lo que vas sintiendo.

"Yo camino bien, mi postura está normal, me es difícil mover las rodillas [camina arrastrando los pies], ya que no las puedo mover hacia atrás."

¿Y puedes levantarlas mientras caminas [rodillas]?

"Sí [da un par de pasos y agrega], cuesta equilibrarse."

FICHA DE REGISTRO Nº 2-T.Flexión

Nombre: Emilia Baeza Sexo: masculino

Curso: 3º medio Edad: 16 Altura: 1,70 m Peso: 50 kg

¿Qué sentiste al caminar con estas prótesis?  
una presión en los pies, los tenía tiesos, básicamente.

¿Cómo describes lo que ocurrió con tu cuerpo?  
Como algo incomodo, pero me pude adaptar algo.

¿Qué parte de tu cuerpo se hicieron más intensas?  
mis rodillas

¿Qué piensas sobre tu cuerpo?  
Que se pudo adaptar a las prótesis, aunque de todos modos fue difícil. Cada parte mía la necesito

Figura 222: Ficha de evaluación individual prototipos in-situ. Anfiteatro del Museo de Anatomía.

¿Qué pasa con tu postura?

"Se mantiene normal, pero tengo que hacer más esfuerzo en las piernas para no llegar a tambalearme hacia adelante como hacia atrás."

Sujeto 3 Tobillo.Flexión

¿Qué pasa con tu cuerpo?

"Básicamente siento que inmoviliza bien, porque me cuesta muy poco al caminar. Pero no encuentro que haga problema hacer esfuerzo" ...  
"me restringe pero no molesta, me restringe el movimiento pero no me es incómodo."

¿Y que paso con tu parte superior?

"Cuesta un poco mantener el equilibrio [camina mientras contesta]."

FICHA DE REGISTRO Nº 3-T.Flexión

Nombre: Uriel D.D. Sexo: Masculino

Curso: 3º ITI Edad: 17 Altura: 1.67 cm Peso: 70

¿Qué sentiste al caminar con estas prótesis?  
Ninguna molestia en absoluto en el área inmovilizada  
requiere poco equilibrio y algo de esfuerzo en cuádriceps

¿Cómo describes lo que ocurrió con tu cuerpo?  
natural

¿Qué parte de tu cuerpo se hicieron más intensas?  
cuádriceps, hombros cadera

¿Qué piensas sobre tu cuerpo?  
fuerte y equilibrado

Figura 223: Ficha de evaluación individual prototipos in-situ. Anfiteatro del Museo de Anatomía.

¿Dónde sientes tu mayor esfuerzo?

"En el cuádriceps [lo señala]"

Sujeto 4 Rodilla.Flexión

"Me cuesta caminar, pero no sé, es como antinatural, entonces yo creo que por eso me cuesta caminar. Y me cuesta mantenerme erguido, por que si me mantengo erigido me empieza a doler la espalda mucho."

¿Entonces que tienes a que hacer?

"Inclinarme hacia delante."

Tu compañero anterior comento que hacia algo con los brazos.

"Si, pero no es tan necesario. Porque... o sea es necesario porque si

FICHA DE REGISTRO Nº 4-R.Flexión

Nombre: Felipe Juan Polo Sexo: Masculino

Curso: 3 Medio Edad: 17 Altura: 1.82 cm Peso: 74 Kg

¿Qué sentiste al caminar con estas prótesis?  
Incomodidad y Falta de Coordinación. Debía concentrarme para dar cada paso y no perder el equilibrio

¿Cómo describes lo que ocurrió con tu cuerpo?  
Similar a perder total o parcialmente una Extremidad

¿Qué parte de tu cuerpo se hicieron más intensas?  
la Actividad Física se Focalizó en los Cuadriceps

¿Qué piensas sobre tu cuerpo?  
Con el tiempo y la Experiencia, las Actividades se Automatan, y la Falta de un elemento en el Sistema (cuadriceps sea) al condicionar uno, senti ~~una~~ ~~una~~ Extraña e Inpropia mi cuerpo

Figura 224: Ficha de evaluación individual prototipos in-situ. Anfiteatro del Museo de Anatomía.

no me voy a caer, pero no tan exagerado como lo hacia, a lo mejor lo hacia por la inexperiencia al caminar así [habla el compañero anterior que había realizado el ejercicio y dice: le dije que al final no era tan necesario] y por eso no moví los brazos.”

Hazlo de forma natural, quizá como hubo una experiencia anterior te restringes.

“Si [camina más fluido, sin abarcar tanto con el brazo]. Además tengo que levantar mucho los pies para poder caminar bien, si no siento que me voy a caer. Igual como dijo mi compañero, siento una presión en el cuádriceps.”

#### **4.3.2. Análisis pruebas prototipos en Museo de Anatomía**

Las pruebas en el Museo arrojaron mejores resultados de los esperados, los cuales satisfacen completamente los objetivos de esta actividad. Si bien sólo se alcanzó a probar con un colegio, con cuatro pruebas de dos prototipos, la reacción de la audiencia hacia los prototipos fue muy positiva.

En las pruebas que se realizaron con el prototipo de *restricción-flexión-rodilla*, los voluntarios se desarrollaron con mayor soltura. En ambos casos experimentaron cambios de posturas con las prótesis puestas, buscando comodidad dentro de los esfuerzos realizados para equilibrarse. Como se puede observar, en la primera y segunda prueba de *restricción-rodilla*, se usaron los brazos para tomar impulso y equilibrarse al dar cada paso. En el video se observa como la experiencia y las opiniones del primer voluntario influyeron en el actuar del segundo.

En las pruebas con *restricción-flexión-tobillo* observé que la persona que llevaba la prótesis puesta podía regular la postura evitando el esfuerzo de la espalda. Esto ocurría al abrir las piernas y arrastrar los pies en vez de caminar levantando las rodillas. Aquello sucedió con

el primer voluntario, a quien al preguntarle “¿Y puedes levantarlas mientras caminas [rodillas]?” él respondió que sí, realizando la acción, y luego agregando lo difícil que es equilibrarse realizando tal acción, volviendo enseguida a arrastrar los pies. El segundo voluntario caminaba levantando las rodillas levemente del suelo, sin embargo, avanzaba de manera pausada y con una destacada rigidez en cada movimiento.

Por factores de tiempo y costos determiné iniciar la fabricación de sólo un prototipo. Esta decisión consiste en partir por la prótesis de *restricción-rodilla*, basándome en los antecedentes de las pruebas realizadas en el Museo de Anatomía: el uso en este prototipo fue más fluido y mejor manipulado por los voluntarios, y además registró una alteración en la postura más marcada.

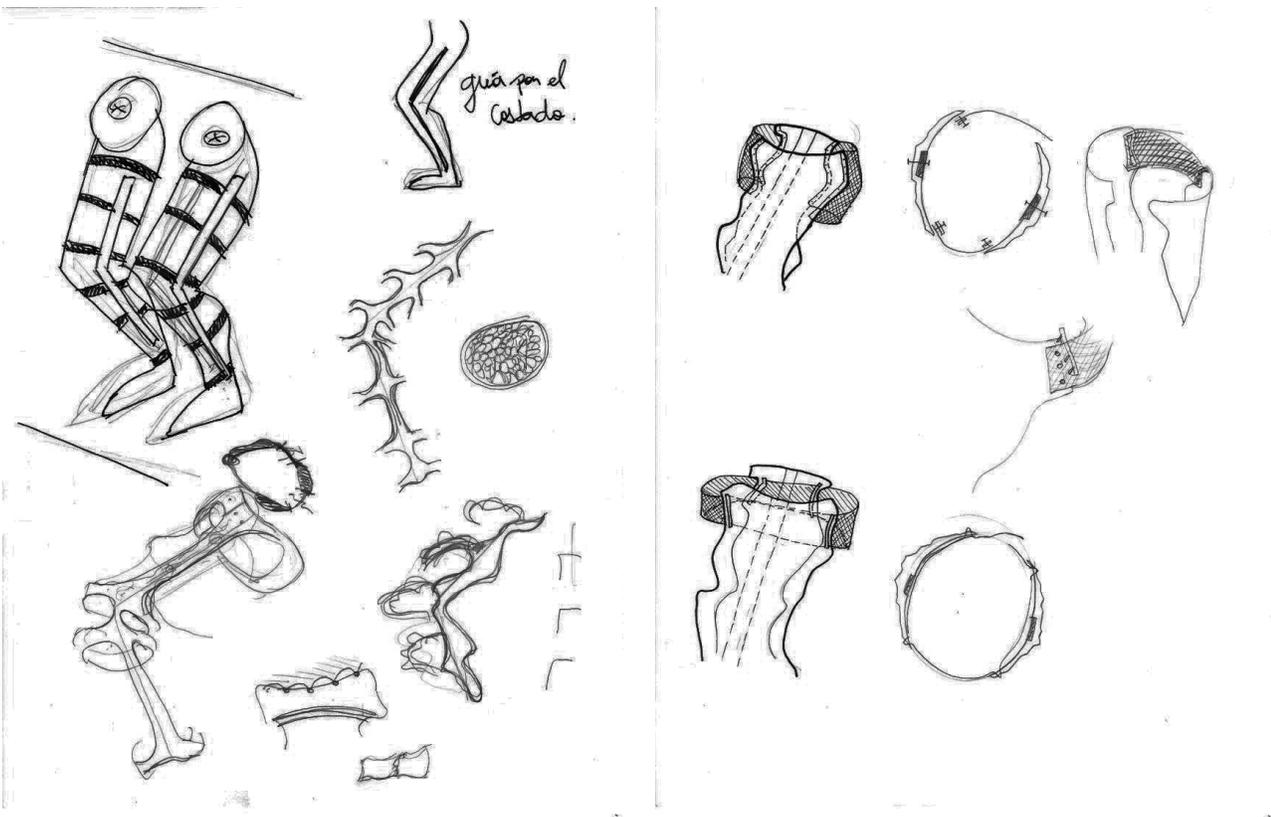
#### **4.4. Especulación y Fabricación**

El desarrollo de la prótesis estuvo fuertemente marcada por el aspecto formal de este objeto, en el cual se pretende extraer lo óseo de la estructura vertebral, así como también el relieve de su estructura de acoplamiento. Esto se realizó para complementar el interés que tiene el proyecto en buscar en el cuerpo —en el contexto particular del Museo de Anatomía— la relación entre lo corporal y la máquina, haciendo alusión al sistema óseo, lo cual finalmente es un hallazgo que proviene de la columna vertebral en tanto objeto de estudio, donde puede constatar el concepto de lo maquínico.

Por eso decidí hacer una exploración formal a través de tecnologías contemporáneas, pues en ellas veo la posibilidad de alcanzar, en términos formales, el lenguaje óseo y artificial que busca tener esta prótesis. Es por ello que mediante técnicas de programación se realiza una exploración con procesos de diseño generativo, con el objetivo de desarrollar diversas alternativas visuales, y elaborar los primeros prototipos físicos a partir de impresión 3D —dada su robustez en prototipado y fidelidad a la hora de reproducir geometrías complejas.

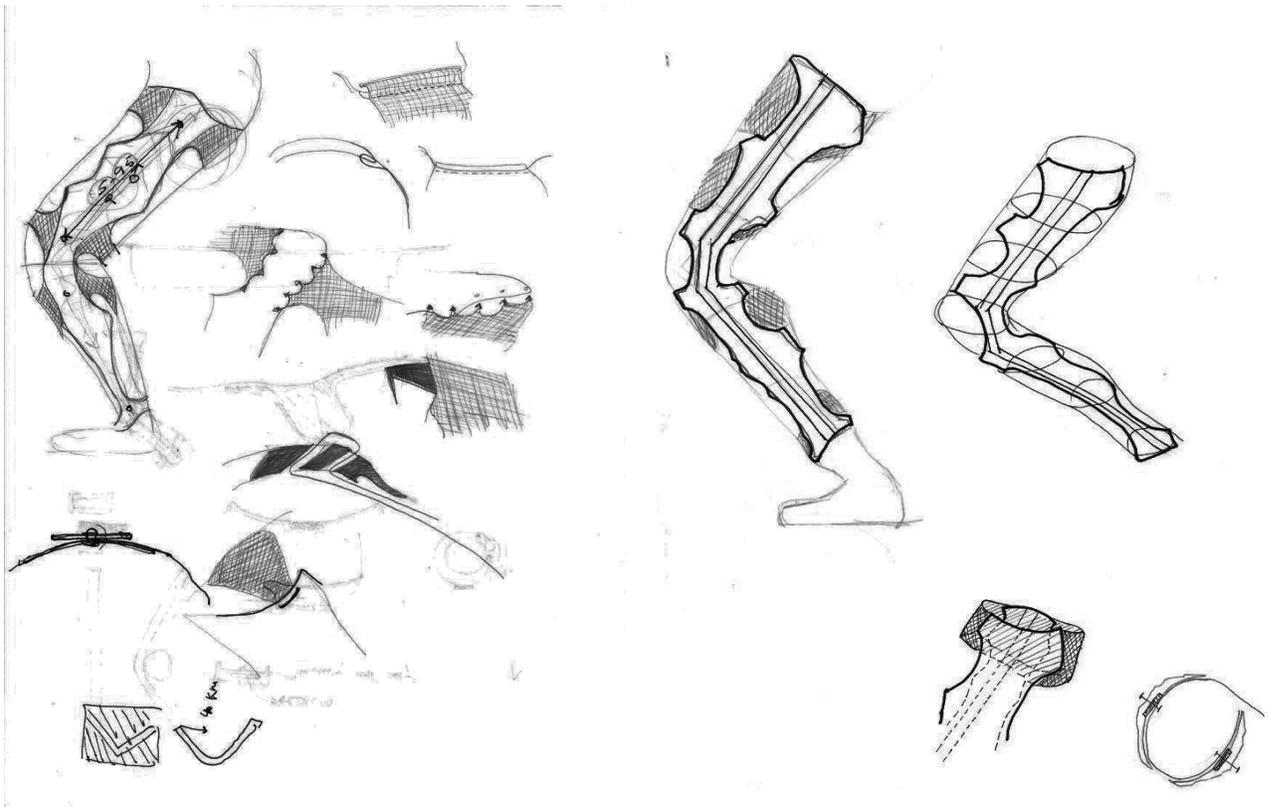
Por lo tanto, para esta fase se utiliza el software de diseño paramétrico *Grasshopper*. Éste es en rigor un plug-gin para el programa *Rhinoceros* de modelamiento 3D, el cual utiliza lógi-

cas algorítmicas para diseñar en base a parámetros, donde se definen variables para modelar. Así, la fase de diseño generativo se dividió en tres sub-etapas. Primero tenemos la de conceptualización de la forma; proceso que configura la estructura y el aspecto que se le quiere *in-formar* a ésta; la segunda sub-etapa es el diseño del código; proceso que es realizado por un programador experto con el cual trabajé por medio de constantes diálogos para que los resultados fuesen fieles a lo que buscaba; y finalmente la tercera sub-etapa es la edición en 3D, la que permite la impresión y fabricación del prototipo.



Figuras 225 y 226: Bocetos exploración formal prótesis flexión rodilla.

En la sub-etapa de conceptualización, se desarrollan los primeros aspectos a considerar para definir las variables que darían forma a la prótesis, los cuales como he mencionado antes son criterios que provienen directamente del estudio de la columna vertebral. Estas consi-

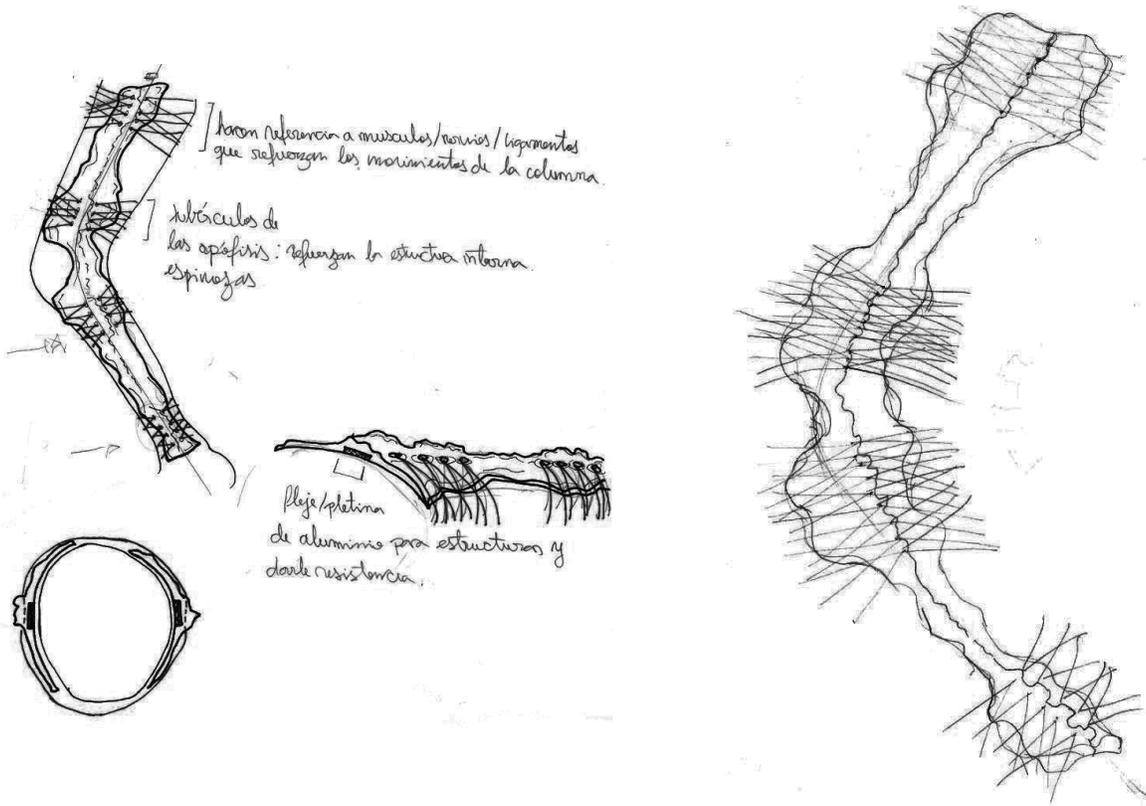


Figuras 227 y 228: Bocetos exploración formal prótesis flexión rodilla.

deraciones tuvieron que ver con: la dimensión de las vértebras —de cada una de ellas y en su conjunto—; el acoplamiento entre ellas; la estructura individual de cada vértebra, la cual varía con respecto a las demás —como por ejemplo en lo referido al canal medular—; y las protuberancias llamadas *apófisis espinosas*.

Este proceso lo realicé en observación directa de la replica desarrollada en impresión 3D, y a través de constantes exploraciones mediante el croquis. En lo que concierne a su estructura, determiné que contaría de tres partes: la primera, al igual que los prototipos funcionales, proporcionaría la rigidez y estabilidad a la estructura, a partir de una pletina sólida; la segunda le daría su apariencia formal, determinada por el análisis de la topografía ósea; y por último, el vínculo que permite la fijación de dicha prótesis al cuerpo.

Antes de empezar a trabajar con las variables antes mencionadas, lo primero que se hizo en *Grasshopper* fue elaborar una pierna para poder trabajar sobre ella. Fue así que determiné una pierna “tipo”, que está dada por medidas reales de una pierna de una mujer de



Figuras 229 y 230: Bocetos exploración formal y vínculo prótesis flexión rodilla.

1.62 mts. de estatura y contextura media. Si bien la antropometría de esta prótesis en un contexto de aplicación real debería estar pensada para su uso con estudiantes de enseñanza media —con sus percentiles respectivos— este proyecto de diseño experimental, no tiene por propósito último el desarrollar la usabilidad de este objeto, sino más bien, se enfoca en materializar a través de la especulación, los hallazgos de las exploraciones descritas en las fases anteriores. Es por esto que se considera una contextura promedia para dar la forma y estructura a dicha prótesis y comenzar su materialización.

La superficie de la pierna se construye por medio de perímetros de círculos levemente achatados, los cuales en conjunto y a través de un loft, forman una pierna en malla. Una vez hecha la pierna, se modifica su ángulo para que se ubique en los  $60^\circ$  de *flexión-rodilla*. En ese momento se considera la leve inclinación que se tiene al flectar las rodillas, producida por desplazamiento del centro de masa para mantener el equilibrio —ver figura 232. Gracias a los registros fotográficos se evalúa la similitud con el ángulo que se desea obtener,

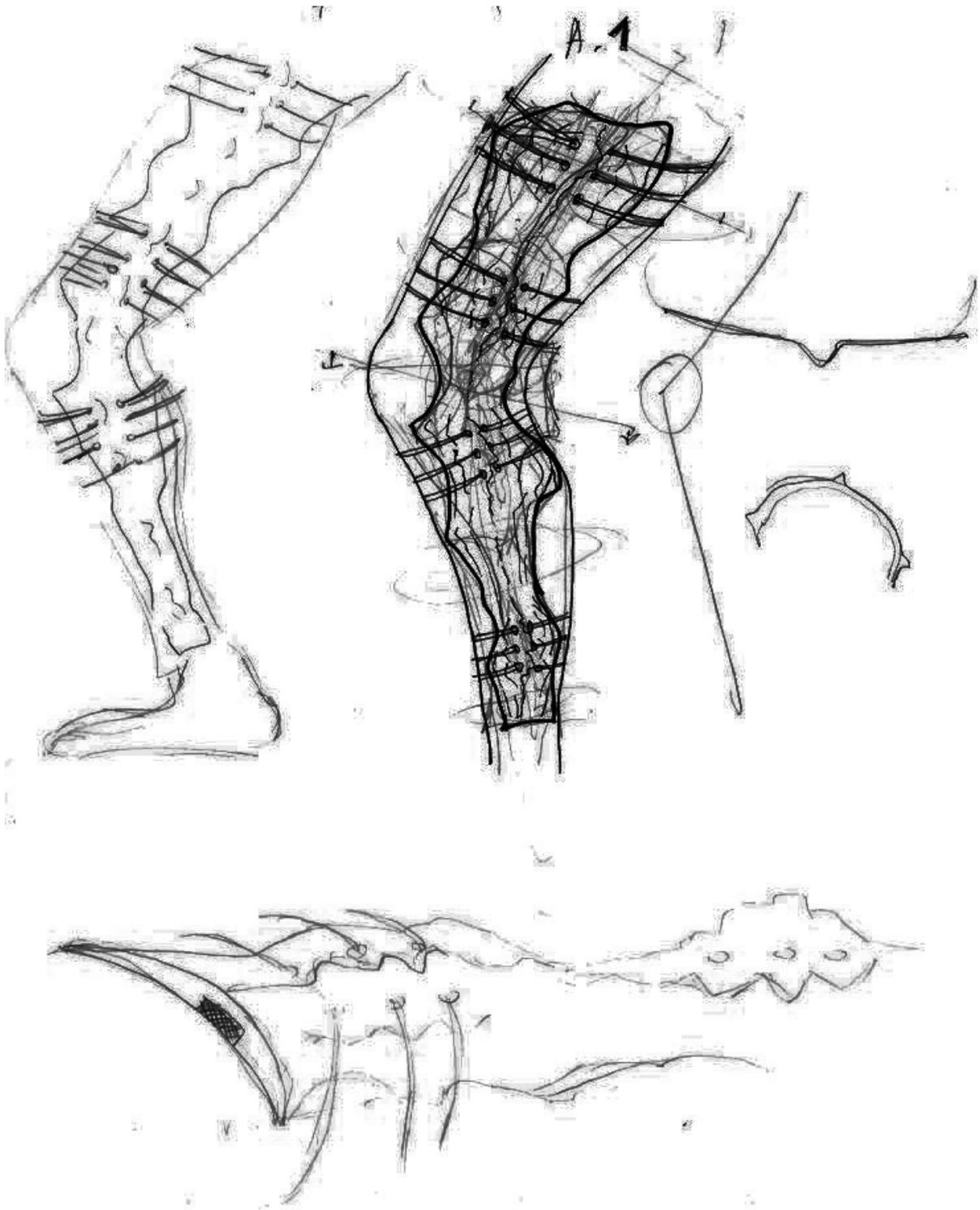


Figura 231: Bocetos exploración formal y vínculo prótesis flexión rodilla.

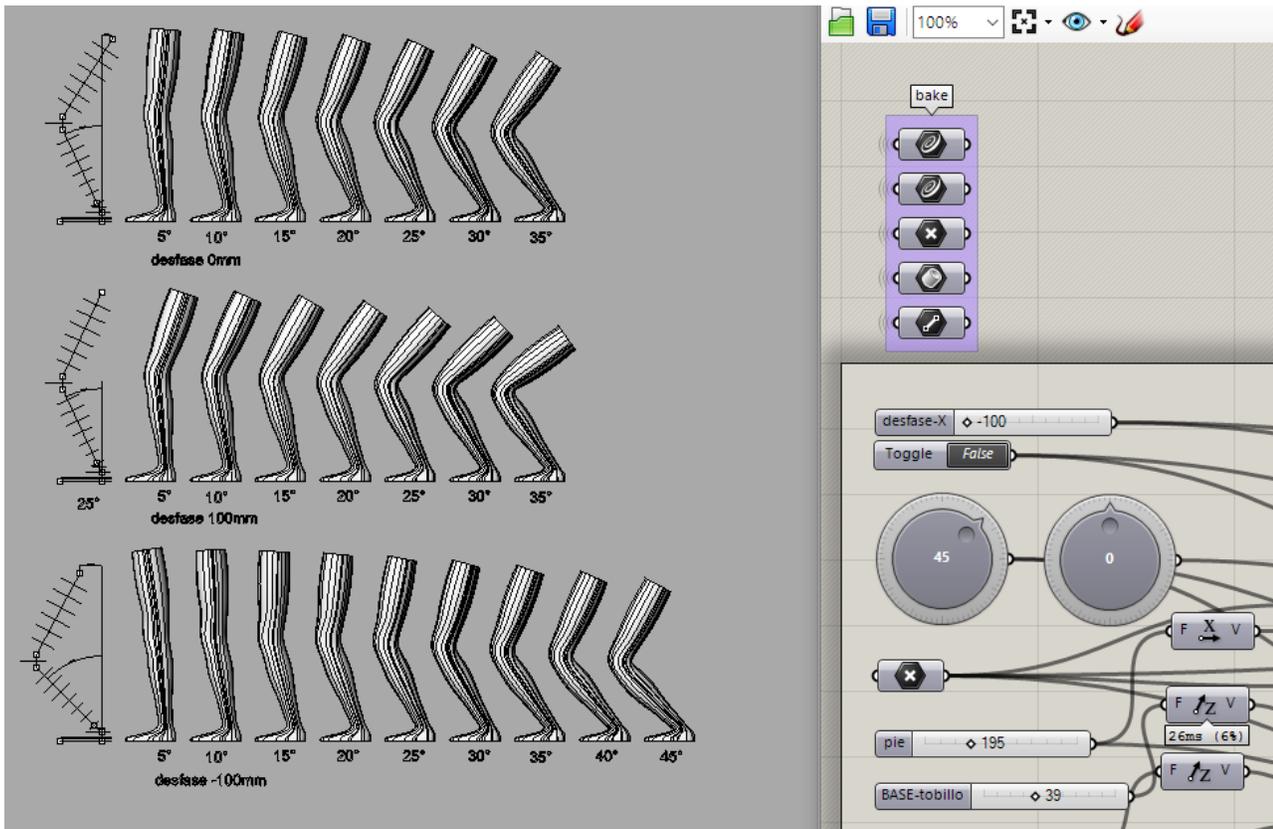
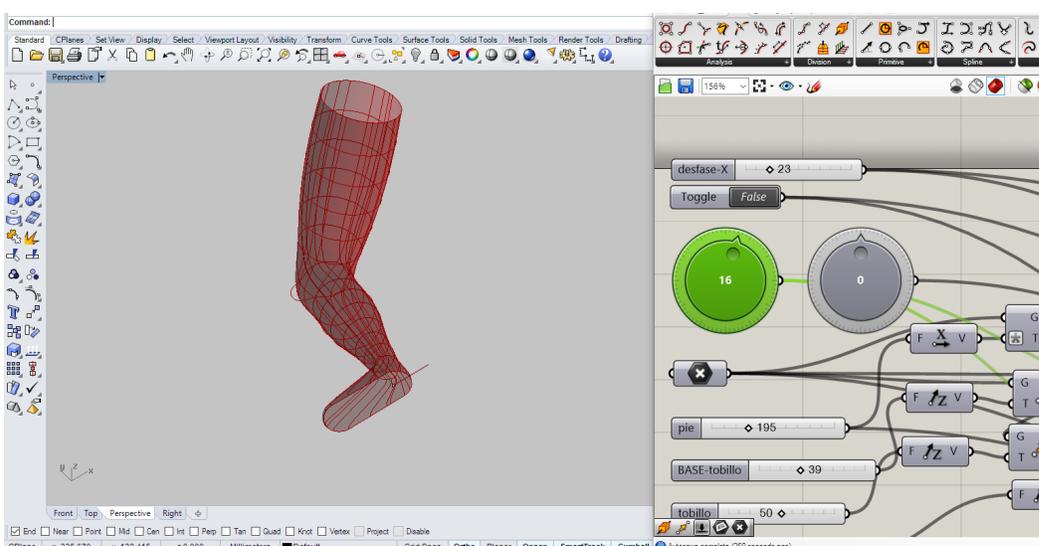
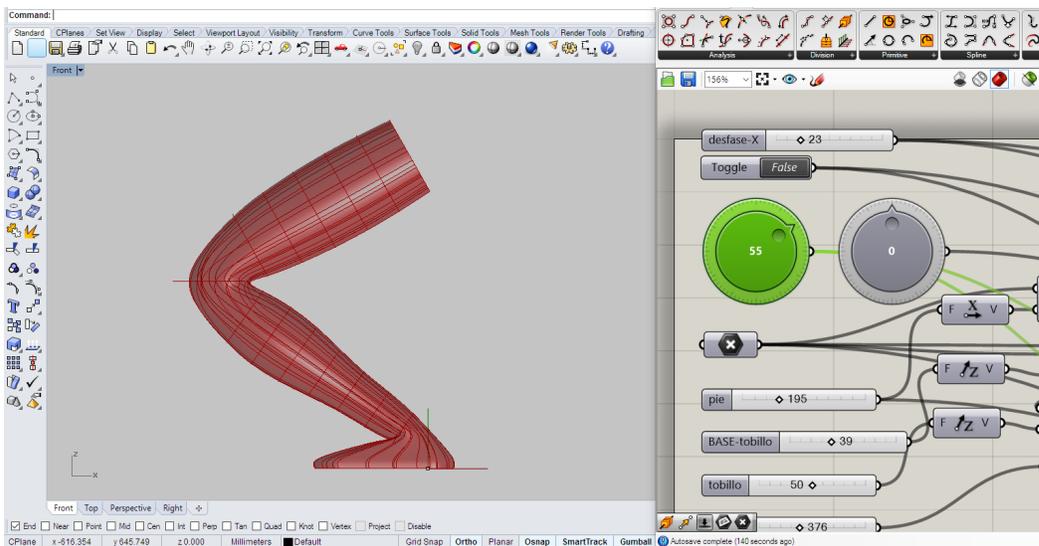
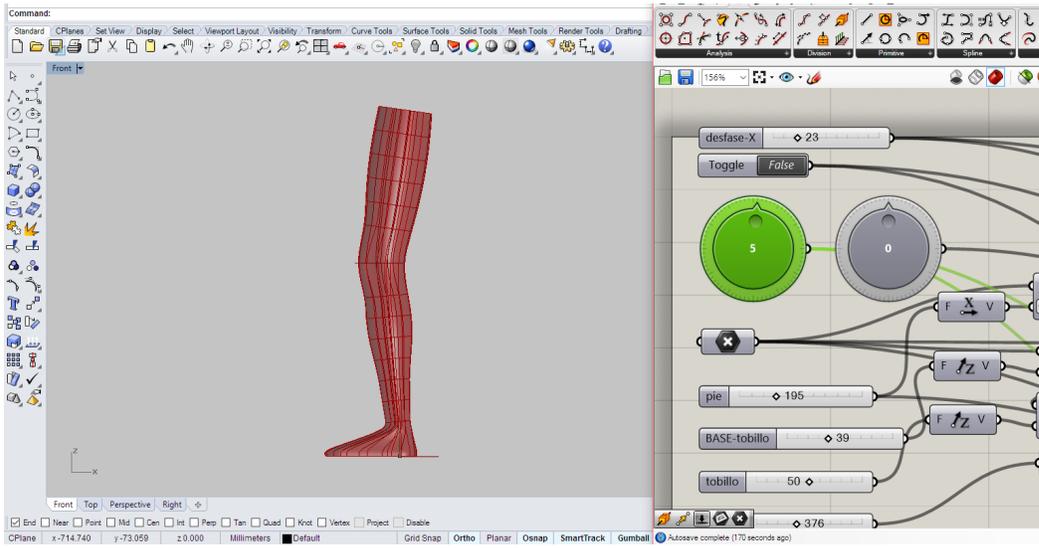


Figura 232: Ángulos y ejes de centro de masa en pierna paramétrica.

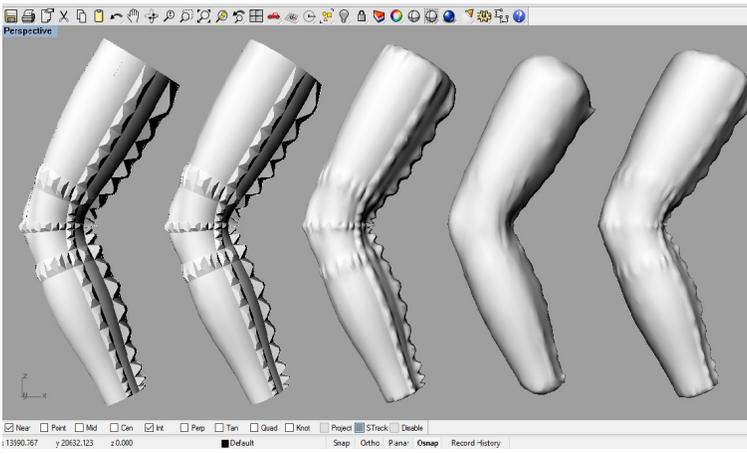
aunque en gran medida la búsqueda del equilibrio moviendo el centro de masa esta ligada a la experiencia misma.

Como se dijo anteriormente, la propuesta de realizar el prototipo por medio de tecnologías de diseño generativo e impresión 3D, busca evocar la estructura y el relieve óseo de la columna vertebral. Por lo tanto se analizan las cualidades de la estructura dorsal para llevarlo a la propuesta de prótesis. Aquí se destacan los relieves provenientes de los *apófisis* vertebrales y su densidad.

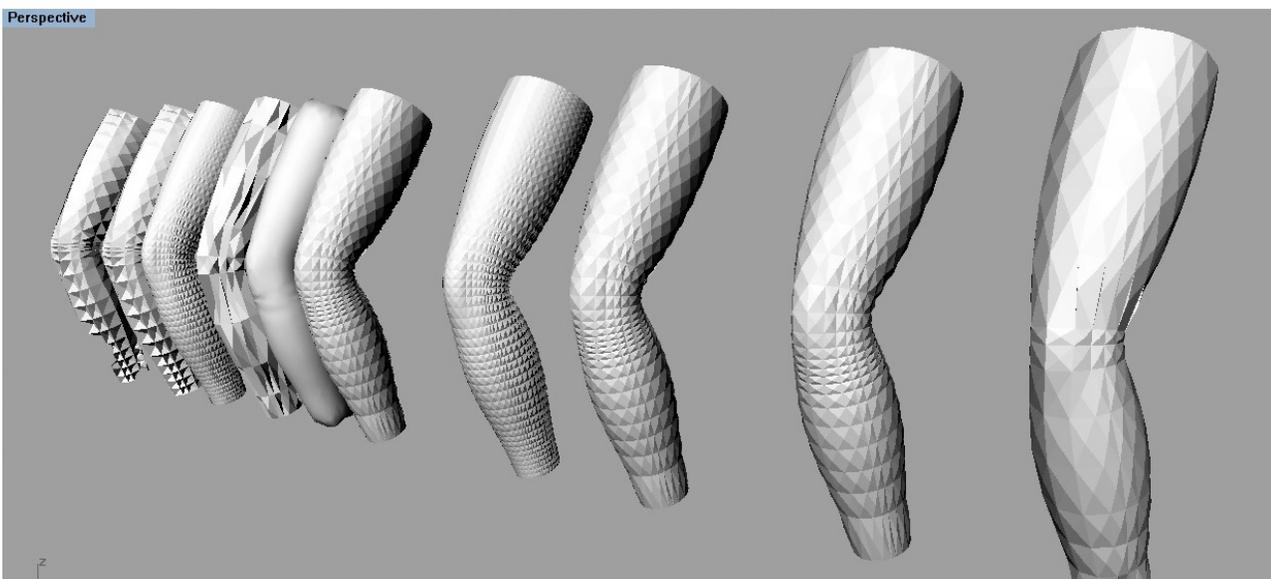
Dentro de los aspectos formales, también es importante —como se ha mencionado anteriormente— rescatar el relieve de la estructura ósea. Por eso, opto por representarla mediante la triangulación de su superficie, ya que al fin de cuentas lo que se busca es establecer un dialogo entre lo artificial y lo natural del cuerpo humano; aspectos siempre presentes en el Museo de Anatomía, y que esta vez abordaré a través del lenguaje de tecnologías contemporáneas. De este modo, se desarrollan diferentes propuestas de superficies con diversos tipos de triangulación.



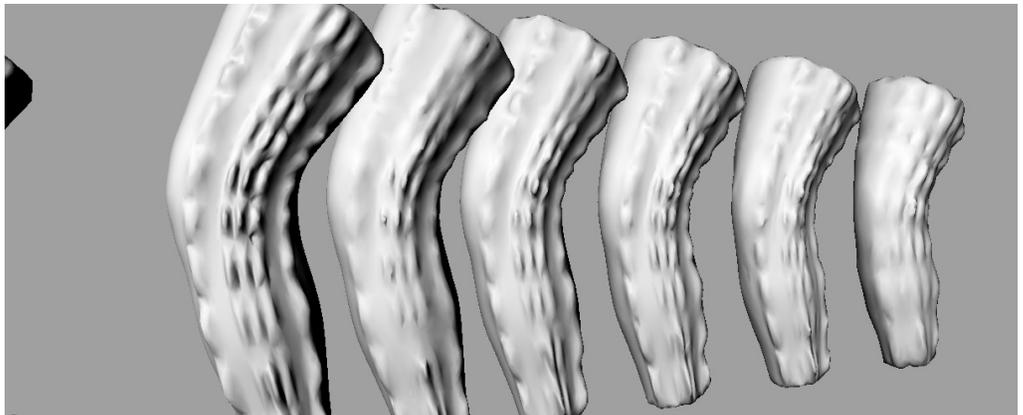
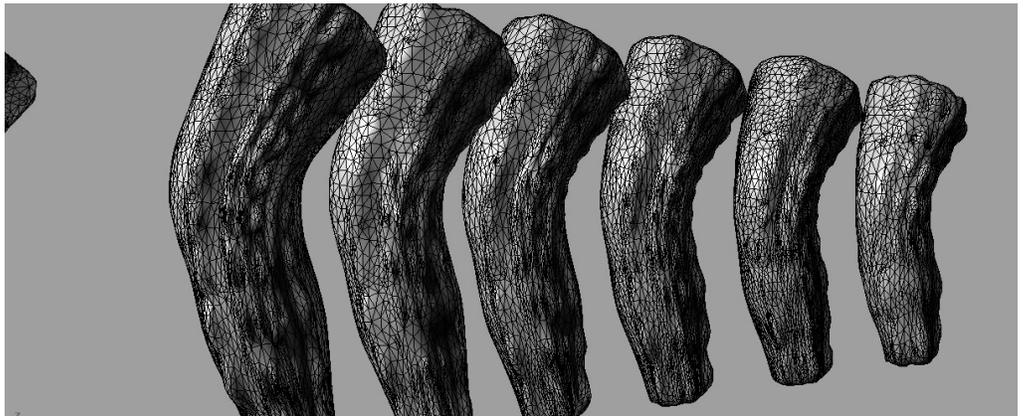
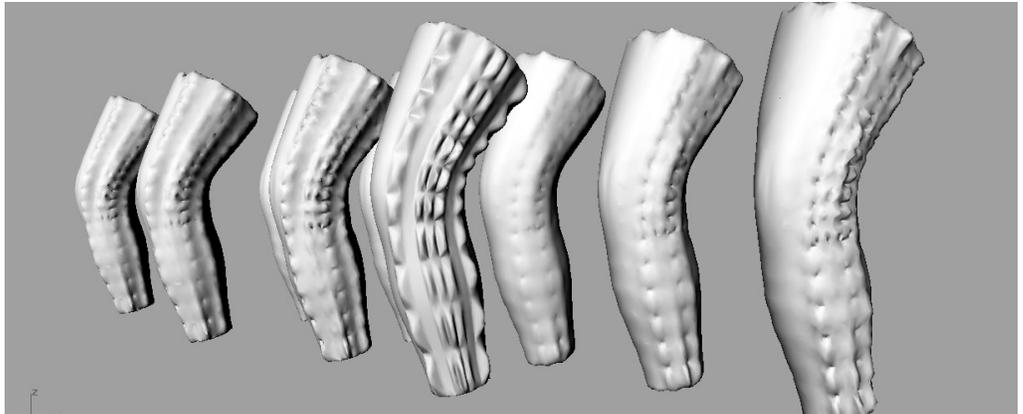
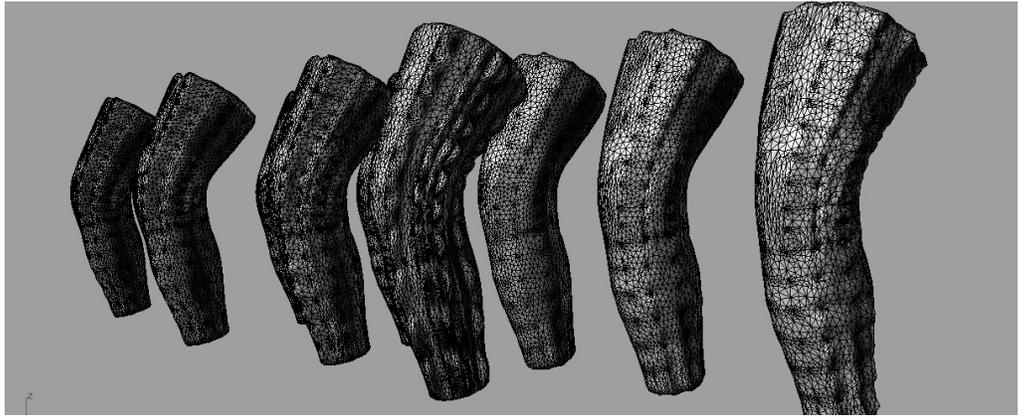
Figuras 233 a 235: Pierna paramétrica.



Figuras 236 y 237: Modelado 3D. Exploración generación de texturas y relieve óseos..



Figuras 238 y 239: Modelado 3D. Exploración propuesta triangulación superficie.



Figuras 240 a 243: Modelado 3D en render y superficie de exploración texturas y relieves óseos.



Figura 244: Pruebas de impresión 3D para relieves y triangulaciones.

La decisión para la selección de la triangulación final, pasó tanto por una apreciación visual y formal —en cuanto a la generación de relieve—, como por los requerimientos técnicos necesarios para la fabricación de la pieza final. En lo que respecta a la apreciación visual y formal, se trabajó con la generación de relieves utilizando una técnica que asocia una imagen mapa de bits del tipo escala de grises a la superficie tridimensional, donde las diferentes alturas son producidas por los niveles de color —similar a lo que sucede con las imágenes de los relieves topográficos, donde lo más oscuro es lo más alto, y lo más claro lo más bajo—, y que en este caso mueven entre el blanco y el negro. De esta forma el surgimiento de los niveles de alturas y sus densidades se podían controlar más fácilmente.

En cuanto a los requerimientos técnicos, el modelo digital debía ser editado para posibilitar su manipulación 3D, y así afinar detalles para su fabricación. La dificultad de esta etapa radicó en que dado que el modelo fue realizado a través de un proceso de diseño generativo, éste se construyó en formato de malla, pero al manipularlo para poder editar e imprimir, era necesario cambiar su estructura a superficie o sólido. Este cambio muchas veces arrojó

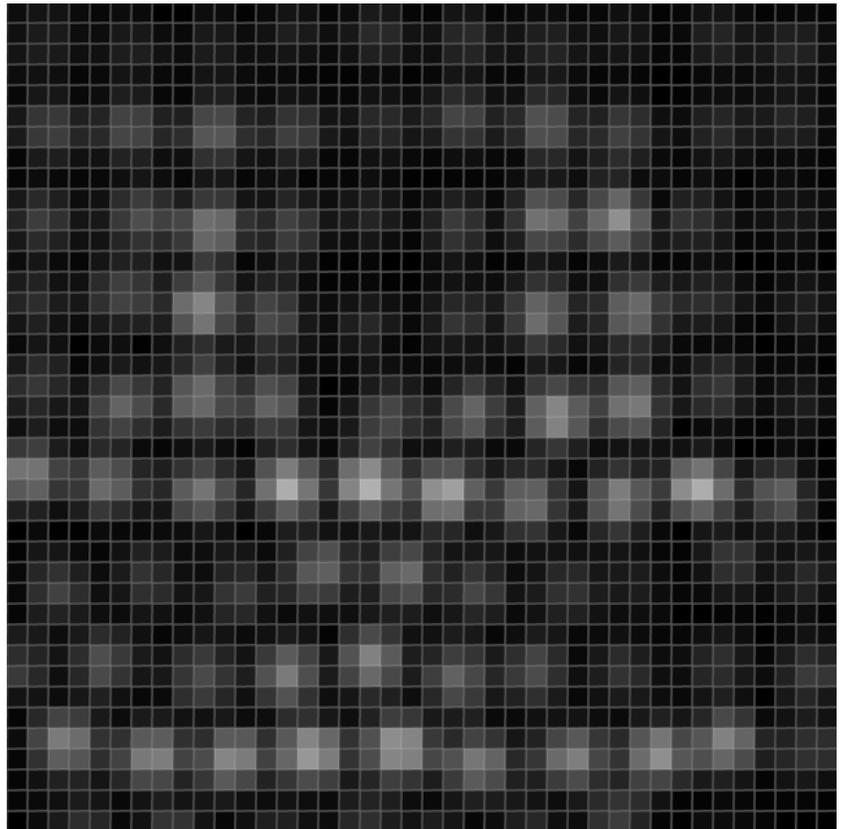
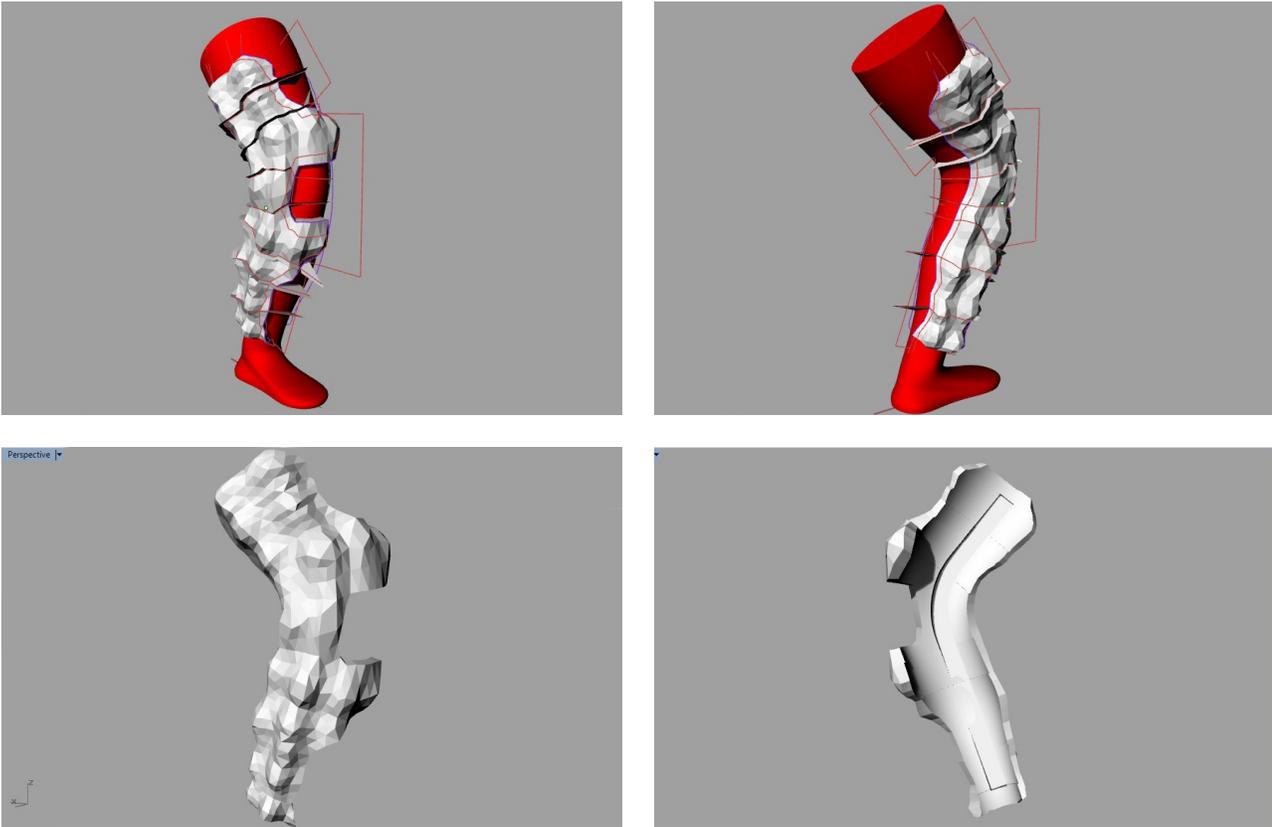


Figura 245: Imagen escala de grisis técnica relieves.

superficies imposibles de trabajar, debido a la cantidad de polígonos resultantes o bien por superficies abiertas o ángulos muy inclinados que no se podían extruir o hacer carcasa — función *shell*. Así, la elección del tipo de triangulación para establecer el modelo a fabricar, requirió utilizar triangulaciones grandes y lo más regulares posibles, para de esta forma, posibilitar su manejo en la edición y la división de secciones para su posterior impresión 3D.

En la edición final para la fabricación del prototipo experimental, consideré el tamaño de cada sección de la prótesis para su impresión, incluyendo el espacio de la pletina de aluminio y las fijaciones de ésta por medio de perforaciones para pernos, así como también la posición de los vínculos de ajustes y sus perforaciones para la fijación a las secciones impresas. Una vez editada cada sección, inicié las primeras pruebas de impresión, en las que pude constatar detalles de grosor, disposición de perforaciones y la posición adecuada a imprimir cada pieza.



Figuras 246 a 249: Triangulaciones planos de corte.



Figura 250: Secciones prototipo [piezas impresas, pletinas y vínculos].



Figura 251: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 252: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 253: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 254: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 255: Prueba prótesis ensamblada en uso.

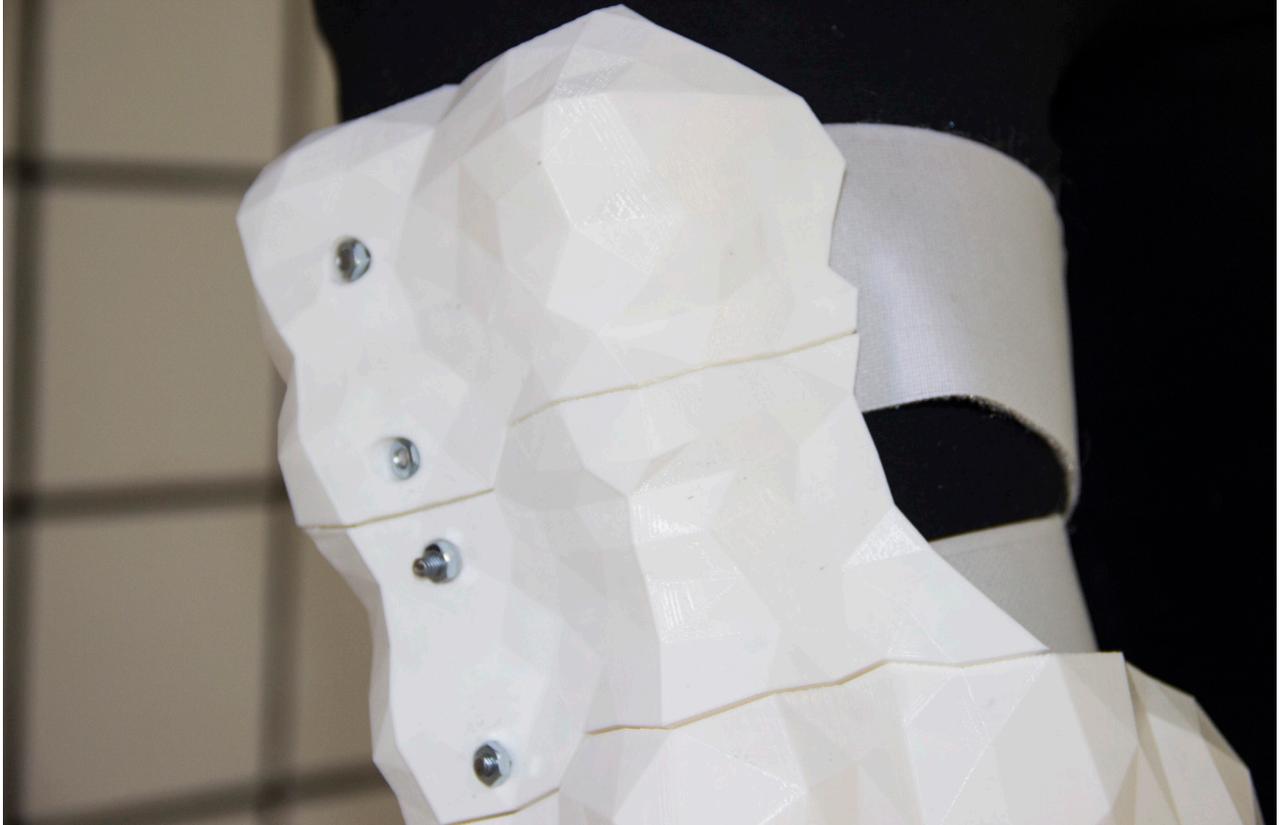


Figura 256: Prueba prótesis ensamblada en uso.



---

Figura 257: Prueba prótesis ensamblada en uso.



---

Figura 258: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 259: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 260: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 261: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 262: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 263: Prueba prótesis ensamblada en uso.



Figura 264: Prueba prótesis ensamblada en uso.

## **5. Conclusiones**

Cerrando este largo proceso, felizmente me es posible entablar más de una reflexión respecto al desarrollo y resultados de mi proyecto. Primero, efectivamente puedo señalar que el período de pasantía en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile, me permitió entablar un rico diálogo entre la experiencia empírica de conocer modos de conservación y estudio anatómico del cuerpo humano, y los saberes que el hacer del diseño industrial me ha entregado. Esto emerge inicialmente en el punto 3.1.3. de este informe, donde presento cómo mi encuentro con la columna vertebral me lleva a realizar un análisis de ella —que es a la vez sensorial y estructural— remitiendo constantemente a la idea de *lo maquínico*; cuestión probablemente imposible de dissociar de la esencia del diseño industrial.

Desde aquel punto pude avanzar con más confianza en mi objetivo de indagar en los vínculos entre el cuerpo humano y el espacio conceptual de *lo maquínico*; representado ciertamente por el hacer y la producción de nuestra disciplina. Así, y en segundo lugar, llevar dichas experiencias y conocimientos empíricos a una discusión bibliográfica, me permitió constatar que efectivamente los cuestionamientos alrededor del binomio *cuerpo-máquina* ha estado presente por más de cinco siglos en las áreas de las artes y la ciencia, siendo parte del centro de lo que llamamos Modernidad, y que ciertamente y por lo mismo —me invitan a decirlo los autores que estudié— es parte esencial del diseño industrial.

Observar que otros diseñadores y artistas han abordado esos asuntos creativa y/o críticamente, fue sin duda una aliciente para perseverar en la idea de que estas discusiones deben darse también localmente al interior de nuestra área de desempeño, especialmente en la etapa universitaria. Más aún, y como tercer punto, la ronda de entrevistas con expertos fue fundamental para constatar mis proyecciones: que el equilibrio y la estabilidad son fenómenos fundamentales para percibir el propio cuerpo, —donde la columna jugaría un papel clave—, y que los objetos técnicos diseñados pueden efectivamente mediar en dicha experiencia. Así me lo dijeron Rodrigo Cubillos del Instituto Teletón, quien me recordó que las personas con lesiones graves a la columna parecieran dejar de percibir su cuerpo, y que luego las prótesis técnicas se vuelven parte de ellos, devolviéndoles estabilidad; o Pablo Garrido del Centro de Artes Aéreas, quien me dijo que para el trapecista, el trapecio en una suerte de piso que le permite manejar técnicamente como caer. Y así, en una línea

similar avanzó mi conversación con Lorena Hurtado, docente de Danza en la Universidad de Chile y U. ARCIS, quien me señaló que la historia de la técnica y la industrialidad sí tuvo impacto en cómo esta disciplina estudia el cuerpo en movimiento, y que efectivamente el *caer y recuperar* —llevar al límite el equilibrio y la estabilidad— es su forma de traer el cuerpo nuevamente *al centro de la escena*. Y finalmente, la entrevista con el director del Museo de Anatomía, el profesor Dr. Julio Cárdenas, me indicó con más claridad aún que este equilibrio y estabilidad son al final de cuentas partes esenciales del modo en cómo los seres humanos percibimos y conocemos el mundo, y donde la columna vertebral tiene por cierto un rol central.

De este modo, mientras el proyecto avanzaba mi indagación obtenía más puntos de apoyo, otorgándome los incentivos necesarios para desarrollar la exploración creativa que en su etapa intermedia, me permitió contar con una serie de prototipos funcionales de prótesis que fueron evaluados sistemáticamente, tanto en laboratorio como *in-situ*. De esto último, y como cuarto punto de reflexión, las pruebas con los estudiantes en el Museo fueron espacialmente potentes, pudiendo concluir con claridad que las prótesis —unas más que otras— efectivamente permiten percibir la propia corporalidad, y más aún; al menos en un caso; sí es posible asociar esta experiencia a la columna vertebral en tanto estructura ósea fundamental. Con eso en mente, la etapa de especulación y fabricación debe entenderse precisamente como eso; como el inicio de trayectorias que permitan proyectar esta indagación hacia posibles formas para prótesis para percibir la propia corporalidad en el Museo de Anatomía de la Universidad de Chile.

Más aún, dichas trayectorias han encontrado ya, afortunadamente, caminos adicionales. El primero de ellos se refiere a una oferta concreta para incorporarme al equipo de trabajo del Museo de Anatomía junto al profesor Dr. Julio Cárdenas, donde además de trabajar en el desarrollo de réplicas, se me ha invitado explorar mi tema de indagación. Por otro lado, durante el segundo semestre de 2016 postularé al Master en Diseño de la Universidad de las Artes de Berlín, donde buscaré a partir del año 2017 realizar mis estudios de posgrado profundizando específicamente en el binomio *cuerpo-máquina* desde la perspectiva experimental que he desarrollado en este informe.

En suma, creo que las reflexiones y antecedentes aquí resumidos me permiten señalar que el objetivo general de mi proyecto que apuntaba a 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 un contexto donde este último sea estudiado y presentado desde una perspectiva moderna; se ha cumplido a cabalidad. Más aún, me es posible señalar que uno de esos modos está en las prótesis; entendidas éstas desde un punto de vista especulativo-creativo más que técnico-clínico. Y en segundo lugar, puedo decir que otro de esos modos está además en el desarrollo experimental, que como he presentado en este informe, no significa únicamente realizar experimentos controlados, sino también desarrollar una perspectiva crítica y transdisciplinar sobre los métodos propios de cada área, y más bien avanzar hacia modelos de trabajo que conjugan aspectos provenientes de las humanidades, de las artes, de las ciencias sociales, de la ingeniería, y el diseño industrial mismo.

## **6. Bibliografía**

- Álvarez, C. y Martínez, R. (Ed.) (2000). *Descartes y la ciencia del siglo XVII*. Mexico D.F: Siglo Veintiuno.
- Antonelli, P. (Ed.) (2011). *Talk to me: Design and the communication between people and objects*. New York: The Museum of Modern Art.
- Ara, P. (1956). *Nacimiento de la moderna medicina Vesalio*. Buenos Aires: Imprenta Balmes.
- Bockemühl, M. (2003). *Rembrandt 1606-1669: El enigma de la visión del cuadro*. Londres: Taschen.
- Chiancone, E. (1957). *Leonardo da Vinci: en la ciencia y en el arte del ingeniero*. Montevideo: Talleres Gráficos "33".
- Didi-Huberman, G. (2008). *Ser cráneo. Lugar, contacto, pensamiento, escultura*. (R. Ibañes trad.). Madrid: Cuatro. ediciones.
- Dunne, A. (2008). *Hertzian Tales: Electronic products, aesthetic experience, and critical design*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dunne, A. Raby, F. (2014). *Speculative Everything: design, fiction, and social dreaming*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Elsen, A. (1971). *Los propósitos del Arte: Introducción a la historia y a la apreciación del arte*. Madrid: Editorial Aguilar.
- Foster, H. (2008). *Dioses Prostéticos*. Madrid: Ediciones Akal.
- Guerrino, A. (1955). *Andrés Vesalio y la Anatomía*. Buenos Aires: Imprenta "Chile".
- Grocott, L. (2003). Speculation, Serendipity and Studio Anybody. En B. Laurel (Ed.), *Design Research*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Marienetti, F.T. (s.f.). *El Futurismo*. (G. Gómez de la Mata, N. Hernandez Luquero trad.). Buenos Aires: (n.p.)
- Meyerhold, V. E. (2013). *Teoría teatral*. (A. Barreno, trad.). Madrid: Editorial Fundamentos.
- Raunig, G. (2008). *Mil máquinas: Breve Filosofía de las Máquinas como Movimiento Social*. (M. Expósito trad.). Madrid: Traficantes de Sueños.
- O'Malley, C. D. (1964). *Andreas Vesalius of Brussels 1514 - 1564*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Schlemmer, O. (1925). Hombre y figura artística. En J. A. Sánchez (1999), *La Escena Moderna: Manifiestos y Textos sobre Teatro en la Época de Vanguardias*. (pp. 180 - 189). Madrid: Akal Ediciones.
- Schlemmer, O. (1987). *Escritos Sobre Arte: Pintura, Teatro, Ballet. Cartas y Diarios*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Smith, H. Dean, R. (Eds.) (2009). *Practice-led Research, Research-led Practice in the Creative Arts (Research Methods for the Arts and the Humanities)*. Edimburgo: Edinburgh University Press.
- Súarez, E. (2000). El organismo como máquina: Descartes y las explicaciones biológicas. En C. Álvarez, R. Martínez (Ed.), *Descartes y la ciencia del siglo XVII* (pp. 138 - 159). Mexico D.F: Siglo Veintiuno.

#### **Recuperación Web**

- Alarcón, R. (2015, Octubre 13). "Emovere": Un encuentro entre danza, ciencia y sonido en el GAM. *Radio Universidad de Chile*. Recuperado desde <http://radio.uchile.cl/2015/10/13/emovere-un-encuentro-entre-danza-ciencia-y-sonido-en-el-gam>

Eisenstein S. M (1923). Montaje de atracciones. En R. Gubern (Ed.), *Reflexiones de un cineasta, prólogo, edición y notas* (2ed.), pp. 217 - 220. Barcelona: Lumen, 1990. Recuperado desde [http://ideca.bellasartes.uclm.es/www/IgnacioOliva/images/Documentos/Historiadelcine/Eisenstein.\\_1923.\\_El\\_montaje\\_de\\_atracciones.pdf](http://ideca.bellasartes.uclm.es/www/IgnacioOliva/images/Documentos/Historiadelcine/Eisenstein._1923._El_montaje_de_atracciones.pdf)

Museo de Anatomía de la Universidad de Chile. (s.f.) *Origen del Museo de Anatomía*. Recuperado desde [http://www.museodeanatomia.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=52&Itemid=57](http://www.museodeanatomia.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=57)

Saint-Cyr, V. M. (2013). Rembrandt contra el cientificismo hipermoderno. *Teoría y crítica de la psicología*, 3 (3), 102 - 115. Recuperado desde <http://teocripsi.com/documents/3MELO.pdf>

Stelarc. (s.f.). *Third Hand*. Recuperado desde <http://stelarc.org/?catID=20265>

Stirling Maxwell, W. (1874). *Tabulae Anatomicae Sex: Six Anatomical Tables Of Andrew Vesalius. Venetiis Imprimebat B. Vitalis, Venetus, sumptibus Ioannis Stephani Calcarensis M.D.XXXVIII*. Londres: privately printed for sir William Stirling Maxwell. (Obra original publicada en 1538) Recuperado desde <http://194.254.96.52/main.php?key=ZnVsbHwwMjAxMnx8>

#### Otras fuentes no impresas

Blume, T., Hiller, C. & Oswalt, P. (Editores). (2014). *Edition Bauhaus. Bühne und Tanz / Stage and dance 1. Oskar Schlemmer*. [DVD]. (Disponible en Absolut Medien GmbH, Berlin)

## **7. Anexos**

---

\* Anexos en formato digital en CD.

