

TFG

PRODUCCIÓN ARTISTICA CON LÁPIZ DE IMPRESIÓN 3D ANÁLISIS DE CASOS

Presentado por Héctor Lara Pino
Tutora: Carmen Marcos Martínez

Facultat de Belles Arts de Sant Carles
Grado en Bellas Artes
Curso 2020-2021



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

RESUMEN

Este trabajo de fin de grado muestra un estudio de campo acerca del lápiz de impresión 3D. Se realiza una introducción teórica acerca de la historia del desarrollo tecnológico del instrumento, su funcionamiento técnico y Epi necesario. Tras revisar algunos referentes esenciales en esta tecnología, se analiza la producción artística personal aplicando diversas metodologías en diferentes campos del arte y la artesanía, mostrando así la polivalencia y versatilidad de esta herramienta y dándola a conocer como un complementario más para los artistas.

PALABRAS CLAVE: Lápiz 3D, Impresión, metodologías contemporáneas, filamento termofusible, escultura, dibujo, joyería.

ABSTRACT

This final work degree shows a field study about the 3D printig pen. It is made a theoretical introduction about the history of the technological development of the 3D printing pen, how is his technical working and what individual protection equipement is required for used it. Afther checking a list of essential refferents in this technology it is analized the personal art production apliyng different methodologies in art and crafts. So the finally is showed the polivalence and versatility about this tool whith the intention to announce it like complementary for the artist.

KEY WORDS: 3D pen, printing, contemporary methodologies, filament, esculpture, draw, jewelry.

AGRADECIMIENTOS

El primer agradecimiento y más importante a título personal he de dedicárselo a mis padres, ellos son las personas que me han apoyado desde el primer momento en el que decidí dedicarme al mundo del arte, también a mi pareja sentimental Carmen que me ha acompañado estos cuatro años, he de agradecer a título profesional a los que han sido mis maestros privados y de educación pública como Belén Navarro, Álvaro Martínez y Antonio Jerez además de Carmen Marcos por tutorar mi TFG.

Agradecer a aquellas marcas que han esponsorizado mi trabajo como artista, Lixpen, fabricante de lápices 3D y Cubiio, desarrollador de tecnología de grabado láser.

Todos ellos han contribuido a mi desarrollo como persona y como artista.

Gracias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVOS Y METODOLOGIA.....	7
OBJETIVOS.....	7
Objetivos generales.....	7
Objetivos específicos.....	7
METODOLOGÍA.....	7
1. MARCO TEÓRICO. El lápiz de impresión 3D.....	8
1.1. Funcionamiento técnico.....	8
1.2. Filamentos.....	10
1.3. Riesgos para la salud.....	11
1.4. EPI (Equipo de Protección Individual).....	12
2. REFERENTES ARTÍSTICOS.....	13
2.1. Ekaterina Dobrolyubova.....	13
2.2. Marc Bühren.....	15
2.2. Blejzca.....	16
3. PRODUCCIÓN ARTÍSTICA	
3.1. Fase de creación técnica.....	19
3.2. Documentación teórica sobre estructuras.....	20

3.3. Aplicación teórica de las estructuras triangulares en la producción artística.....	21
3.4. Producción escultórica.....	22
3.5. Desarrollo de la producción pictórica.....	24
3.6. Intervención en el entorno urbano.....	28
3.7. Joyería.....	29
3.8. Hibridación, moda y producción pictórica.....	32
3.9. Producción escultórica: segunda fase.....	45
CONCLUSIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	52
LISTADO DE IMÁGENES.....	54

INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en una era revolucionaria en la que la tecnología ha cobrado una gran importancia en nuestras vidas incorporándose en todos los ámbitos posibles. Es tal el avance de la tecnología que ésta se ha introducido en las artes más primitivas como el dibujo.

Son años los que llevo investigando y experimentando la técnica del dibujo en tres dimensiones mediante el uso del lápiz 3D.

El lápiz 3D emplea filamentos plásticos de 1,75 mm. de diámetro denominados “ABS” que permite la fusión y solidificación de estos en cuestión de micro segundos.

Este trabajo analiza cuáles son las aplicaciones técnicas y artísticas de este instrumento y las diferentes metodologías empleadas por diversos artistas expertos en la materia. Durante estos años mi producción artística con esta herramienta ha pasado por diferentes etapas, permitiéndome trabajar con diversas metodologías y en varios campos de las artes



Fig. 1. Lápiz de impresión 3D marca Lixpen.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

OBJETIVOS

- **Objetivos generales**

- Saber cómo se llevó a cabo la invención de este instrumento tecnológico, el contexto social en el que ocurrió y su funcionamiento.
- Exponer la técnica de dibujo mediante lápiz de impresión 3D para acercarla y darla a conocer al público y profesionales del arte con el fin de mostrar las diferentes aplicaciones dentro de la producción artística.

- **Objetivos específicos**

- Analizar los procedimientos metodológicos de artistas especializados en la materia.
- Analizar los riesgos para la salud a la hora de la utilización del equipo tecnológico y dar a conocer el EPI (Equipo de Protección Individual) necesario para evitar estos riesgos.
- Estudiar la aplicación del lápiz 3D en diferentes campos del arte
- Desarrollar un estilo de dibujo óptimo para la consolidación de estructuras resistentes.

METODOLOGÍA

En primera instancia me planteo conocer cuáles son los orígenes de este instrumento tecnológico, quién fue su inventor y cuál fue la época y el contexto social en el que se desarrolló esta tecnología. A nivel historiográfico los datos aportados en este documento son extraídos de fichas técnicas de los principales fabricantes de lápices 3D, revistas especializadas y entrevistas personales con los artistas referentes en esta materia.

A nivel técnico, se trata también de conocer los conceptos y recomendaciones necesarias antes de utilizar este instrumento: cómo funciona a nivel mecánico el lápiz, averiguar si la utilización de este instrumento durante muchas horas puede resultar perjudicial para la salud y conocer el EPI recomendable a la hora de la utilización del lápiz de impresión 3D, además de conocer la toxicidad del filamento final (si es que la hubiese) y su compatibilidad con otros materiales.

Dominados estos temas se lleva a cabo una fase de análisis de procedimientos metodológicos del lápiz de impresión 3D, bien propuestos por los diversos fabricantes del mismo, o bien los empleados por otros artistas especializados en este campo.

Esto nos permitirá conocer las bases sobre las que se está trabajando y tomarlas como referencia para posteriormente realizar análisis o experimentos artísticos personales, que derivarán de estas bases asentadas de las que hemos partido. Descubrir los procedimientos metodológicos hoy en día resulta muy fácil, basta con informarse sobre el método de uso que propone el fabricante. Podemos pues recurrir al manual de instrucciones, y consultar el material audiovisual disponible en la web del fabricante acerca de su uso. También podemos ponernos en contacto directamente con la empresa gracias a los datos aportados por la misma.

Otro medio de conocer las posibilidades técnicas y expresivas del lápiz 3D es analizar a los artistas y la metodología de trabajo que están llevando a cabo. Para ello recurriremos a sus páginas webs, leyendo sus entrevistas o incluso poniéndonos en contacto de forma directa con ellos por medio de las redes sociales y tratar de conocer sus procedimientos de primera mano.

1. MARCO TEÓRICO. El lápiz de impresión 3D

Los creadores del lápiz de impresión 3D, Peter Dilworth, Maxwell Bogue y Daniel Cowen desarrollaron la idea en el año 2012 tras una serie de pruebas fallidas realizadas con impresora 3D. Bien es cierto, que el contexto histórico en el que se creó la primera máquina de impresión 3D fue en 1992, una década en la que se produce el auge de nuevas tecnologías como la fibra por cable, la telefonía móvil y el internet; pero no es hasta 2008 cuando las impresoras 3D empiezan a comercializarse en masa y por ende son más asequibles para todo tipo de público, lo que produce un nuevo auge y desarrollo dentro de la historia de las impresoras 3D del cual nace el lápiz de impresión 3D en 2012.

1.1. Funcionamiento técnico

El lápiz de impresión 3D, posee el mismo funcionamiento interno que una impresora 3D. Consta de las siguientes partes: en la parte inferior encontramos una boquilla extrusora con un diámetro de 0,7mm. Esta boquilla extrusora se encuentra encamisada por una resistencia que alcanzara una temperatura de entre 160° y 280° C que trabaja a una tensión que puede variar de 5 a 12 voltios, dependiendo del fabricante y a una intensidad de 2 amperios, datos extraídos de la ficha técnica de Lixpen. Esta resistencia lleva hasta su punto de fusión al filamento de 1,75mm y lo expulsa por la boquilla extrusora. El filamento fusionado tarda unas décimas de segundo en solidificarse en el momento en el que se pone en contacto con la temperatura ambiente. Ese lapso es el que permite crear figuras con tridimensionalidad. La temperatura a la que trabajaremos dependerá del tipo de filamento que vayamos a utilizar: pueden ser filamentos plásticos de tipo "ABS" O "PLA". Conectado a la resistencia, encontramos un dispositivo termopar (un sensor de temperatura), que se encarga de registrar la temperatura a la que se encuentra el lápiz, además de indicarnos mediante una pantalla led parámetros que nos aportan información valiosa para trabajar, como el modo de uso en el que estamos trabajando (ABS o PLA). También nos indicará otro tipo de datos, como por ejemplo si hubiera algún fallo

mecánico por sobrecalentamiento o falta de potencia. Puesto que este conjunto mecánico se encuentra en el cabezal del lápiz, la principal parte por la que sostendremos el lápiz 3D ergonómicamente y alcanza altas temperaturas, para resguardar todo el calor generado por todo este conjunto y evitar que el usuario se pueda quemar, está protegido internamente por un aislante. Este conjunto mecánico formado por: boquilla, resistencia, termopar y aislante recibe el nombre de fusor.

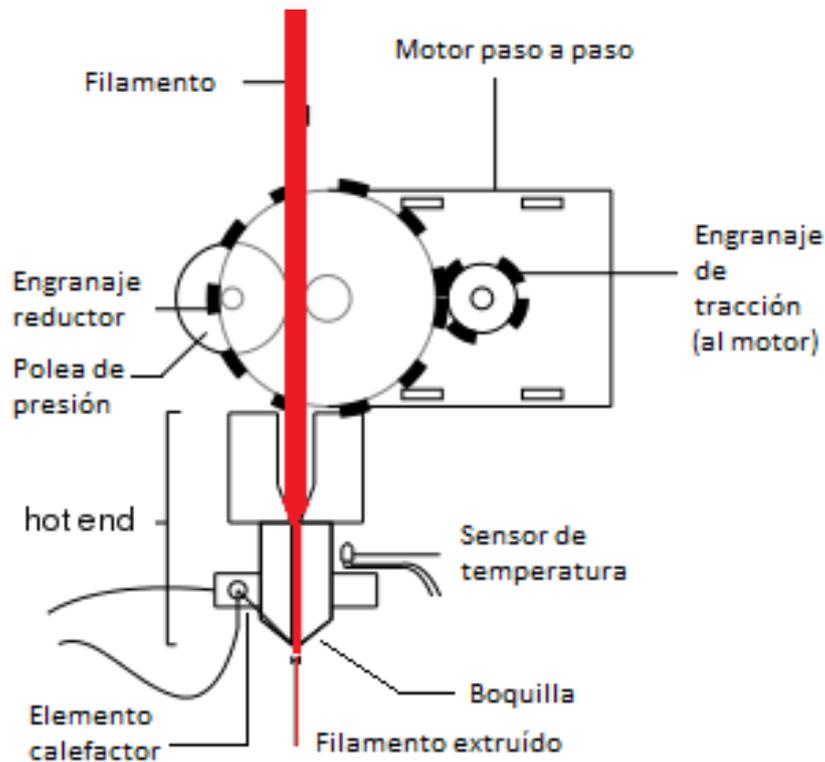


Fig. 2. Esquema del funcionamiento mecánico de un lápiz 3D.

En el cabezal del lápiz encontramos una boca de entrada para el filamento de 1,75 mm. de grosor y la ranura de alimentación de electricidad.

El filamento se inserta manualmente en la boca de entrada y mediante un botón situado en uno de los laterales del lápiz activaremos un motor movido por un conjunto de engranajes que se encargan de introducir de forma continua el filamento en el lápiz 3D y extruirlo a una velocidad constante. Dependiendo del fabricante y del modelo hay lápices que nos permiten controlar la velocidad de extrusión, mediante botones reguladores, lo cual será muy útil en función de lo que estemos dibujando.

El funcionamiento de una pluma 3D es comparable al de una impresora 3D: cuando una impresora de este tipo imprime un objeto, se utiliza una extrusora que se calienta y un filamento que es extruido por medio de una boquilla. Este conjunto extrusor está conectado a un carro que se puede desplazar con precisión por los ejes X, Y, Z, coordenadas cartesianas. Una pluma 3D elimina este sistema de control y coloca el conjunto extrusor en la mano del usuario.

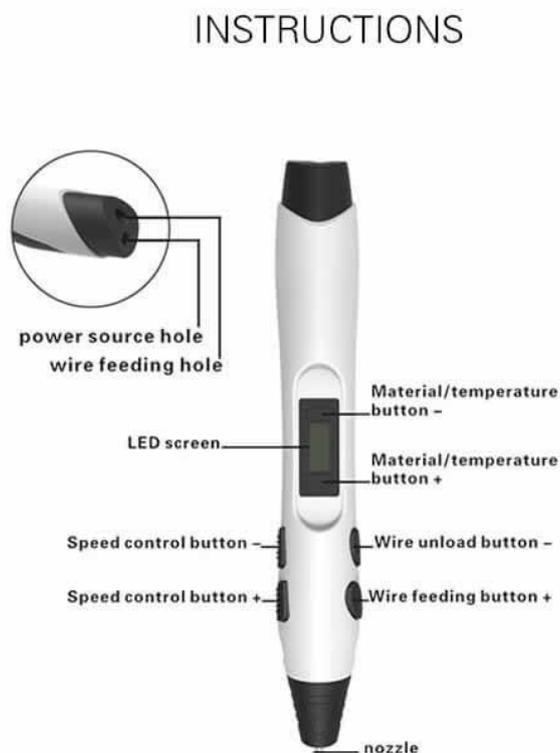


Fig. 3. Partes mecánicas externas de un lápiz 3D.

1.2. Filamentos

Los filamentos empleados por el lápiz de impresión 3D son dos, ABS y PLA.

El ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) se imprime a una temperatura comprendida entre 210° y 240° C, aunque su punto de fusión comienza en los 105°C. Es un material que se comporta bien durante la extrusión, sin generar grumos o atascarse.

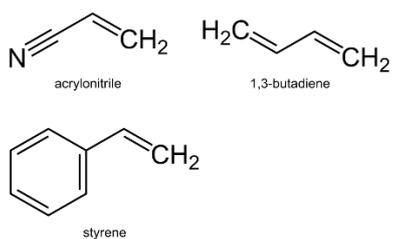


Fig. 4. Composición del filamento ABS.

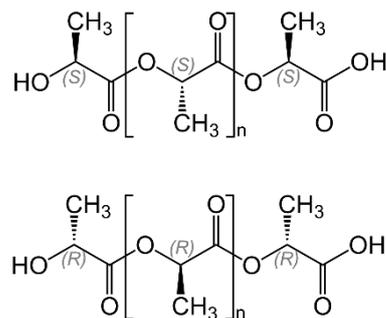


Fig. 5. Composición del filamento PLA.

Este tipo de filamento pertenece a la familia de los polímeros compuesto por tres bloques, *acrilonitrilo*, *butadieno* y *estireno* por lo cual se denomina terpolímero. Cada bloque aporta una cualidad al filamento, contrastado en el portal web trimaker.com

El *acrilonitrilo* aporta rigidez y resistencia a ataques químicos, dureza y estabilidad a las altas temperaturas. El *butadieno*, tenacidad a la temperatura cuando ésta es especialmente baja y resistencia a impacto; y el *estireno*, resistencia mecánica. El ABS es un plástico que logra una buena soldadura entre capas o puntos de unión.

El PLA (Poliácido Láctico) Se trata de un filamento que proviene de materias primas naturales como el maíz. Pertenece a la familia del poliéster y se trata de un polímero sintético. El almidón (Glucosa) es extraído de las plantas y convertido en dextrosa añadiendo enzimas y posteriormente fermentado por microorganismos en ácido láctico que a su vez se convierte en poliácida. A diferencia del ABS, se produce con materias primas renovables y biodegradables.

El PLA se imprime a una temperatura comprendida entre 180° y 200° C, aunque su punto de fusión comienza en los 60°C. A diferencia del ABS suele generar más grumos y tener problemas de atasco de filamento en la boquilla extrusora.

El resultado final es menos rígido y resistente que el ABS pero resulta más elástico.

El filamento ABS el utilizado en mi producción artística porque posee una mayor rigidez estructural que el PLA, cuyo acabado más flexible que para determinados trabajos puede resultar interesante, pero no es válido para el tipo de piezas que he trabajado hasta el momento.

1.3. Riesgos para la salud

La impresión 3D mediante ABS o PLA puede tener determinados riesgos para la salud dependiendo del tipo de filamento con el que estamos trabajando.

En ambos casos en el proceso de extrusión se liberan una serie de vapores que contienen una gran cantidad de UPF, ultra partículas que pueden acumularse en el sistema pulmonar y como consecuencia pueden pasar al torrente sanguíneo; y VOCs, una serie de compuestos orgánicos volátiles. El filamento ABS puede producir hasta 200 millones de micropartículas por minuto, por esta razón, los fabricantes de lápices de impresión 3D recomiendan utilizarlos en lugares bien ventilados, para evitar la inhalación de los vapores y gases producidos según computerhoy.com. Sin embargo, el ABS en su estado final resulta una materia no tóxica, por lo que fabricantes de juguetes como Lego lo utilizan en sus juguetes, ya que en el caso de que un niño se lo meta en la boca no provoca ningún tipo de intoxicación.

1.4. EPI (Equipo de Protección Individual)

En base a los riesgos para la salud ya expuestos, se recomienda hacer uso de un equipo de protección individual, para conseguir minimizar los riesgos ante la exposición prolongada a vapores y gases que se liberan del lápiz 3D durante el proceso de extrusión. Es importante porque puede ser bastante perjudicial si tenemos en cuenta que el lápiz lo estaremos utilizando a veinte o treinta centímetros de la cara, y como consecuencia se suele producir, irritación de ojos, picor de garganta, dificultad al respirar, dolor de cabeza y fiebre moderada. Para evitar esto se utilizará mascarilla homologada con filtros de vapor y gases además de gafas de protección panorámicas, que nos aislarán los ojos por completo.

También es recomendable, aunque no estrictamente necesario, la utilización de guantes para evitar quemaduras en caso de tocar la punta del lápiz 3D por error.



Fig. 6. Mascarilla de protección.



Fig. 7. Gafas de protección.

2. REFERENTES ARTÍSTICOS

2.1. Ekaterina Dobrolyubova

Ekaterina Dobrolyubova es una artista rusa especializada en escultura elaborada con lápiz de impresión 3D como herramienta para sus obras.

Desde pequeña presentaba grandes dotes en la escultura, sin embargo, no contó con el apoyo de sus padres para dedicarse a las Bellas Artes, de modo que tuvo que estudiar la carrera de magisterio en las especialidades de física y matemáticas. Con conocimientos en cerámica, decidió apuntarse a un workshop de modelado al natural de 5 días en *la Casa de la creatividad de Moscú*, donde conoció al maestro Vasily Nikolayevich Selivanov, entrevista personal a la artista.

Descubre el lápiz 3D cuando le realiza un regalo de cumpleaños a uno de sus hijos, se da cuenta en este momento que esta herramienta no es solo un “juguete” para niños y empieza a realizar pruebas con él, resolviendo algunos de los trabajos escultóricos que estaba realizando y que requerían de soluciones que no podría haberlas realizado con sus propias manos. Las llevó a cabo con el lápiz de impresión 3D, y desde este momento comienza a utilizarlo como herramienta escultórica. Aprende a usar el lápiz de impresión 3D gracias a vídeos tutoriales del fabricante 3Doodler, que muestran la metodología inicial propuesta por el fabricante y la forma de uso de la herramienta, esto permite conocer los primeros conceptos básicos sobre esta.

Ekaterina destaca que la opción del lápiz de impresión 3Doodler permite intercambiar los cabezales, lo que posibilita obtener una mayor gama de resoluciones.

La obra de esta artista se caracteriza por el carácter figurativo clásico de sus esculturas, realizadas con lápiz 3D, lo que genera un discurso antagónico muy interesante por la unión de la estética del arte clásico con la utilización de herramientas de trabajo de la mayor tecnología de vanguardia del siglo XXI.

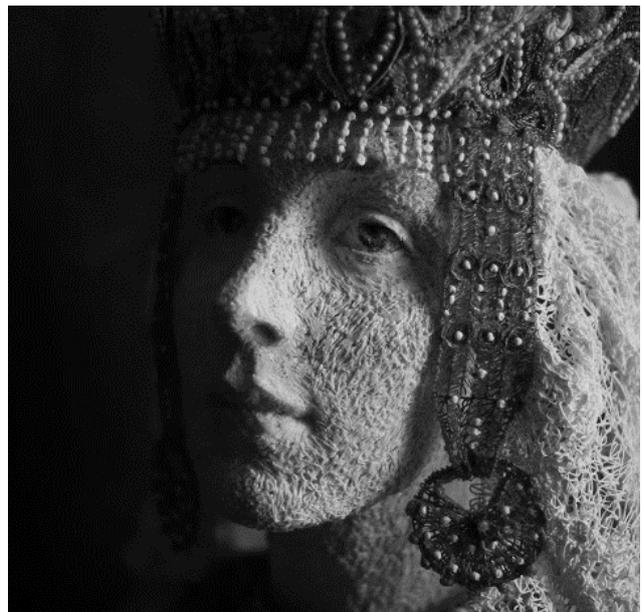


Fig. 8. 1000летие. Ekaterina Dobrolyubova, 2019. Lápiz 3D.

I think a human person is the most beautiful creation in the world. Hence is my love for classical sculpture. Reading faces is as interesting as reading books. A woman's face is no less beautiful than the most beautiful flower or a sunny day by the sea. The strength of a man's face is like a volcano. All children are like stars. They are glowing! Cita textual de una conversación mantenida con la artista por Instagram Direct el 17 de Mayo del 2020



Fig. 9. *Dear Родная*. Ekaterina Dobrolyubova, 2019. Lápiz 3D.

La artista comienza la obra justo en el aire, traza una serie de líneas que son las que va a utilizar como base para ir generando un volumen y tras esto va añadiendo una capa tras otra para definir la figura. Parte de las formas y volúmenes generales y avanza hacia los detalles particulares, utilizando filamentos de distintos colores que va fusionando entre capas para conseguir degradados en determinados momentos.

En cuanto a los errores cometidos o posibles rectificaciones a realizar durante el proceso de trabajo, la artista rusa afirma que son fáciles de solventar:

Everything you do not like can be easily changed – bad lines can be heated and corrected in the right direction. You can heat by a fire, a hairdryer, heated nozzle of the 3D pen. [An] unsuccessful piece can be removed: either torn off with your hand or cut off with a tool, cut with a hot 3Doodler nozzle. And then it can be again drawn by a 3D handle.¹

Añade que la creación de las esculturas con lápiz 3D no resulta económico, actualmente se encuentra estudiando ZBrush para poder hacer los cuerpos de sus esculturas mediante impresora 3D y posteriormente abordar sus esculturas con el lápiz de impresión 3D.

¹ Comentario de la artista extraído de la conversación mantenida el 17 de Mayo de 2020 por Instagram Direct.

2.2. Marc Bühren

Marc Bühren es un artista alemán especializado en la creación de instalaciones utilizando el lápiz de impresión 3D como herramienta. Árboles colgantes, cardúmenes de peces en el océano o bandadas de pájaros volando son algunas de sus obras.

Bühren comenzó sus primeros pasos dentro del mundo del arte utilizando el carboncillo como técnica cuando se encontraba en la escuela. Ya entonces decidió que se dedicaría al mundo del arte. Durante su adolescencia realizó varios cursos, entre ellos uno de acuarela clásica.

Estudió la carrera de diseño de comunicación en la Universidad de Wuppertal y desde 2008 se dedica al arte en su estudio situado en Dortmund. Fue en 2017 cuando descubre el lápiz de impresión 3D y comienza a trabajar con él, pasando a formar parte de una de sus principales técnicas maestras.

Gracias a la escala de sus trabajos, consigue que el público tenga que desplazarse por el espacio para poder admirar sus obras desde distintos puntos de vista.



Fig. 10. *Endspurt*. Marc Bühren, 2018. Lápiz 3D.

Respecto a la técnica en sí, afirma que fue un problema controlar la velocidad constante a la que trabaja el lápiz de impresión 3D, poniendo en valor la práctica que requiere adaptarse a realizar los trazos con fluidez.

Su proceso metodológico comienza realizando bocetos sobre papel, una vez obtiene el boceto deseado coloca una placa de acetato o plancha de plástico, lo cual le permite dibujar sobre el boceto inicial sin necesidad de estropearlo.

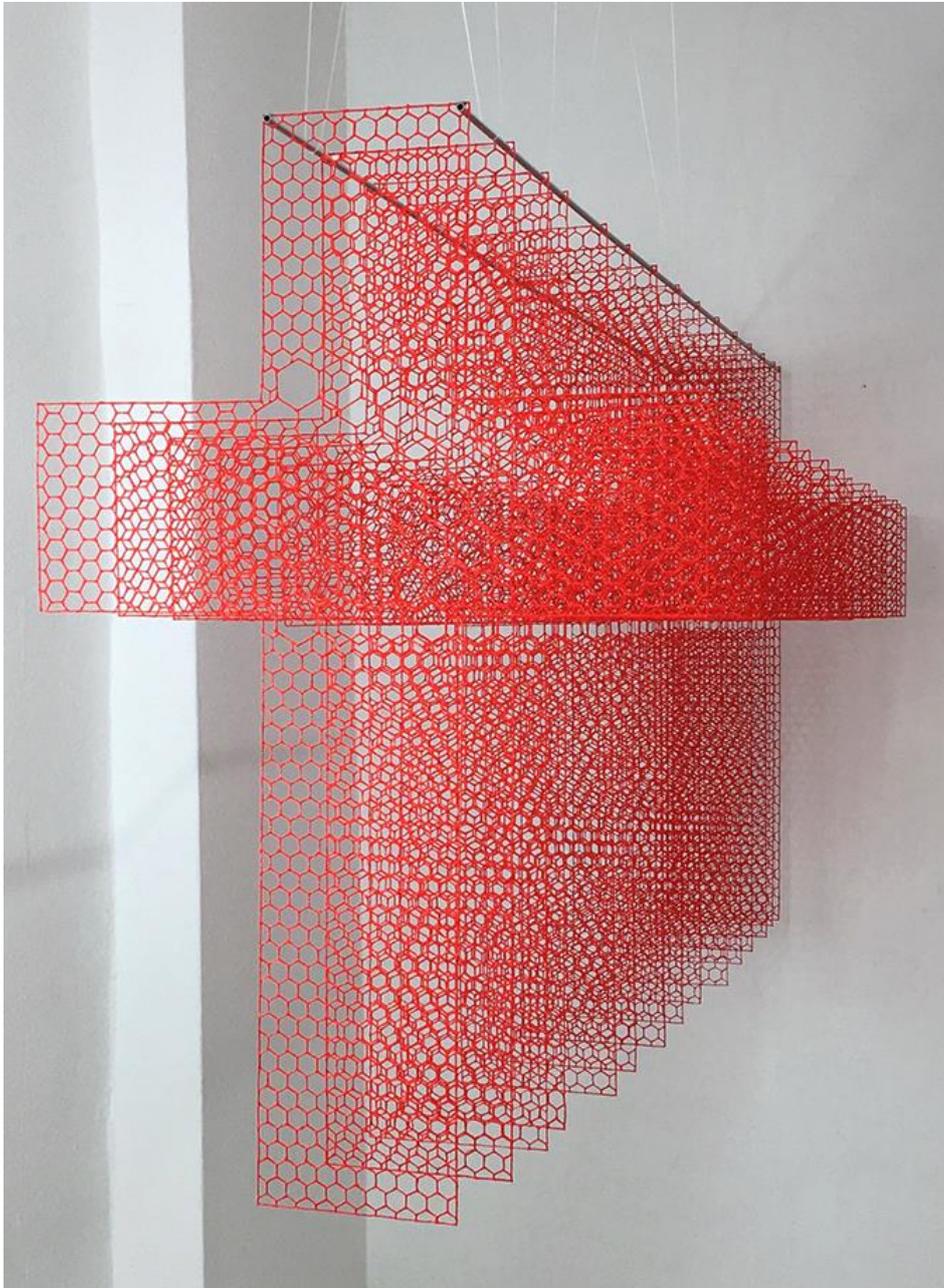


Fig. 11. *Alles nur theater*. Marc Bühren, 2018. Lápiz 3D.

El acetato permite cierta adherencia del filamento a este mismo para que durante el proceso de trabajo el motivo que se está dibujando no se mueva constantemente. Una vez finalizado el dibujo en plano, a diferencia del dibujo convencional, este se puede despegar del soporte sobre el que hemos dibujado y llevarlo a la tercera dimensión. El ensamblaje de distintas piezas consigue la creación de objetos con un mayor volumen.

Büren es un claro referente para mí por la forma en la que trabaja el lápiz 3D, la manera en la que interviene los espacios a nivel instalativo, la sencillez con la que trabaja los conceptos y la buena resolución técnica de los mismos.

2.3. Blejzca

Blejzca, Alice Passadore Genoa, es una artista italiana especialista en lápiz de impresión 3D. Realiza la carrera de Bellas Artes en la ciudad de Génova, tras esto, se gradúa en el departamento de gráficos en el Instituto Europeo de Milán en 1993.

Tras una etapa profesional de docencia, colabora como directora de arte en proyectos con Walt Disney, Books Records Italia y Warner Bros.

Se muda a California durante un año donde continúa dedicándose a las artes gráficas y tras esto regresa a Génova, donde comienza su investigación artística.

Her research is mainly based on the composition of portraits and images that strike her imagination and allow her to give vent to the intrinsic need to break them down, analyze them reconstitute them both digitally and through the material-pictorial intervention (plastic, acrylic and oil painting), in a sort of stratification of levels that exasperate the figure to the point of bringing it to the limit of the legible, in order to free the eye of the observer to interpretation².

Comienza en 2018 a investigar acerca de la creación artística mediante lápiz de impresión 3D. En sus primeros pasos, utiliza copias impresas del referente a dibujar. Una vez obtenida la pieza en tres dimensiones emplea técnicas varias para intervenir las piezas.

En una entrevista personal con la artista, mantenida por Instagram Direct el día 4 de Mayo de 2021 le pregunto acerca de su proceso artístico y descubrimientos sobre la técnica a lo que me argumenta lo siguiente:

Lately I'm using plexiglass as a surface cause make the filament shine and easier to take it off. I like to use the filament as it is I don't like to elaborate with heat. I always use photo as base of my works, I don't like to use paper cause it sticks. And I always start from 2dimension images and after I build the 3d fixing and joint the sides.³

Blejzca es una clara referente por las habilidades que demuestra al combinar diferentes técnicas con el lápiz 3D, con su labor investigativa hace que su trabajo sea de interés e inspiración.

² Comentario de la artista extraído durante una conversación mediante Instagram Direct el día 4 de Mayo de 2021.

³ Comentario del artista extraído durante la misma conversación mediante Instagram Direct el día 4 de Mayo de 2021.

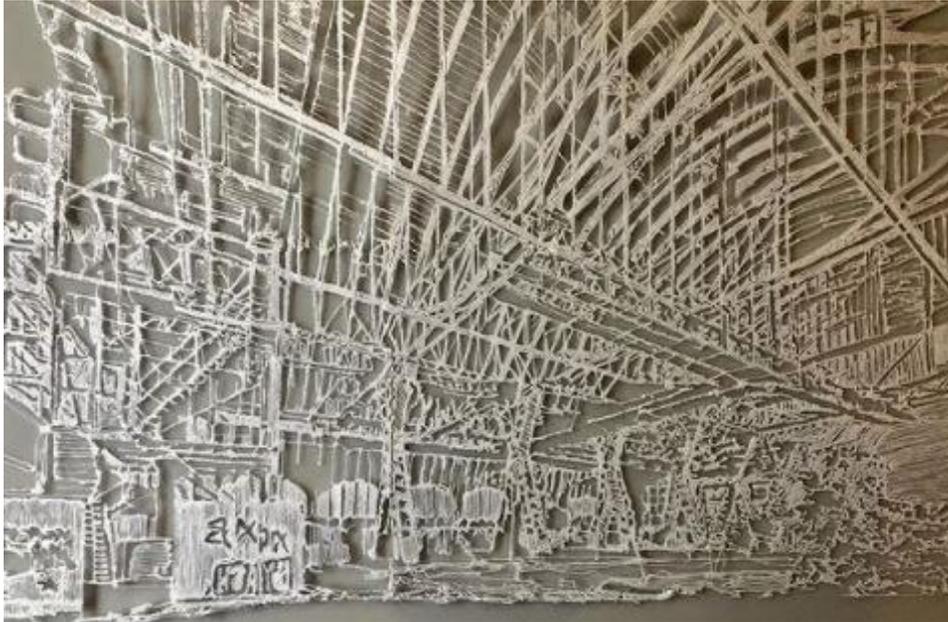


Fig. 12. *Lost places*. Blejzca, 2021. Lápiz 3D.



Fig.13. *Imaginary town web*. Blejzca, 2021. Lápiz 3D.

3. PRODUCCIÓN ARTÍSTICA

3.1. Fase de creación técnica

El filamento utilizado para la impresión 3D por su propia naturaleza posee una serie de limitaciones al igual que todos los materiales. Al tratarse de un material plástico en las primeras pruebas de la investigación pude comprobar que el resultado del dibujo era demasiado maleable, por otro lado, la adherencia del filamento al papel que utilicé como base era mejorable, una superficie más porosa propiciaría un mayor agarre a la superficie y mejoraría el proceso de dibujado.

En esta fase, realizo un boceto a mano que posteriormente digitalizo y escalo al tamaño final al que quiero dibujar la figura con el lápiz de impresión 3D. Descubro que el filamento al entrar en contacto con la tinta de la impresora realiza una fusión que mejora la adherencia de este. El obstáculo lo encuentro cuando los formatos sobre los que dibujo exceden el tamaño A4, en esos casos el filamento adherido al papel empieza a ejercer tensión sobre el mismo, lo que provoca que este se arrugue y como resultado, la superficie sobre la que estamos trabajando ya no es completamente lisa y por tanto dificulta el desplazamiento de la mano sobre la misma.



Lujuria I es una de las primeras pruebas realizadas. Como se puede ver, no existe ningún tipo de jerarquización estructurada a nivel técnico para crear claroscuros y volúmenes, únicamente encontramos acumulación de materia, de modo que el objetivo era generar un método analítico de dibujo con lápiz 3D.

Fig. 14. *Lujuria I*. Héctor Lara, 2017. Lápiz 3D.

3.2. Documentación teórica sobre estructuras trianguladas

Tras un gran estudio realizado sobre arquitectura decidí aplicar la teoría de las estructuras trianguladas.

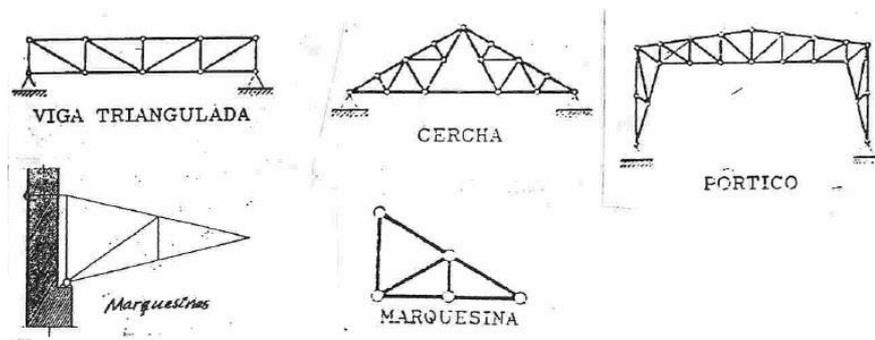


Fig. 15. Estructuras trianguladas. Inevid.blogspot.com

Este método es aplicado en arquitectura, de modo que una serie de retículas de barras forman estructuras triangulares. Estos triángulos están unidos mediante rótulas o nudos rígidos, lo cual aporta una mayor estabilidad y rigidez al cuerpo construido, de modo que los esfuerzos a los que se sometan estas barras funcionan como áxiles de compresión y tracción.

Este principio es empleado en la construcción de grandes estructuras que necesitan soportar grandes cargas de tensión como por ejemplo los puentes.

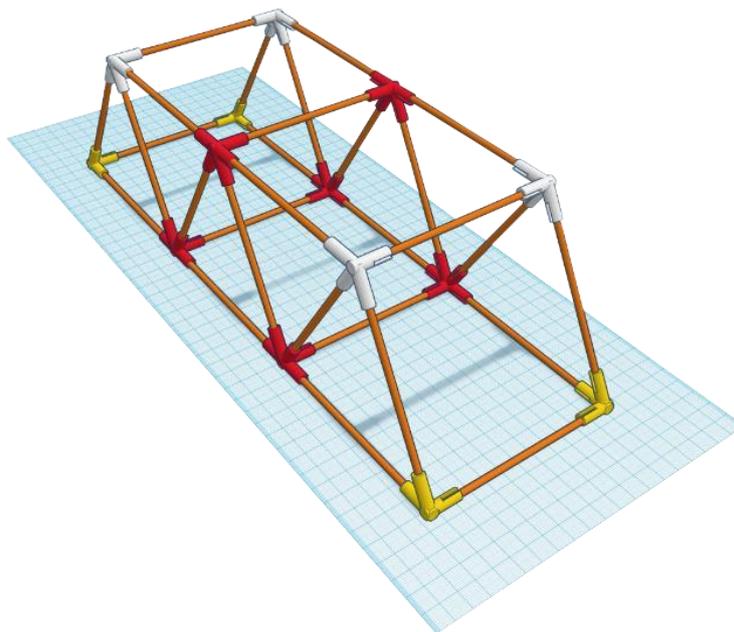


Fig. 16. Estructuras trianguladas recreación 3D. Www3.gobiernodecanarias.com

3.3. Aplicación teórica de las estructuras triangulares en la producción artística

Siguiendo esta metodología de trabajo realizo una serie de desnudos femeninos, con los que trato la sexualización del desnudo natural humano como consecuencia del consumismo, es decir el cuerpo como producto de transacción.

Una vez dibujados con el lápiz 3D, son despegados del soporte sobre el que he trabajado, en este caso papel, con ayuda de un cúter que gracias al poco grosor y la flexibilidad de su hoja, me permite poder desplazarla entre el papel y el filamento para poder despegar las soldaduras realizadas entre el material plástico y las fibras del papel soporte.

Posteriormente el dibujo lo presento en un bastidor de madera intervenido con otras técnicas como acrílico spray y pan de oro.

Predomina el blanco en toda la composición de la obra con la intención de generar un mayor contraste con el filamento de color negro.

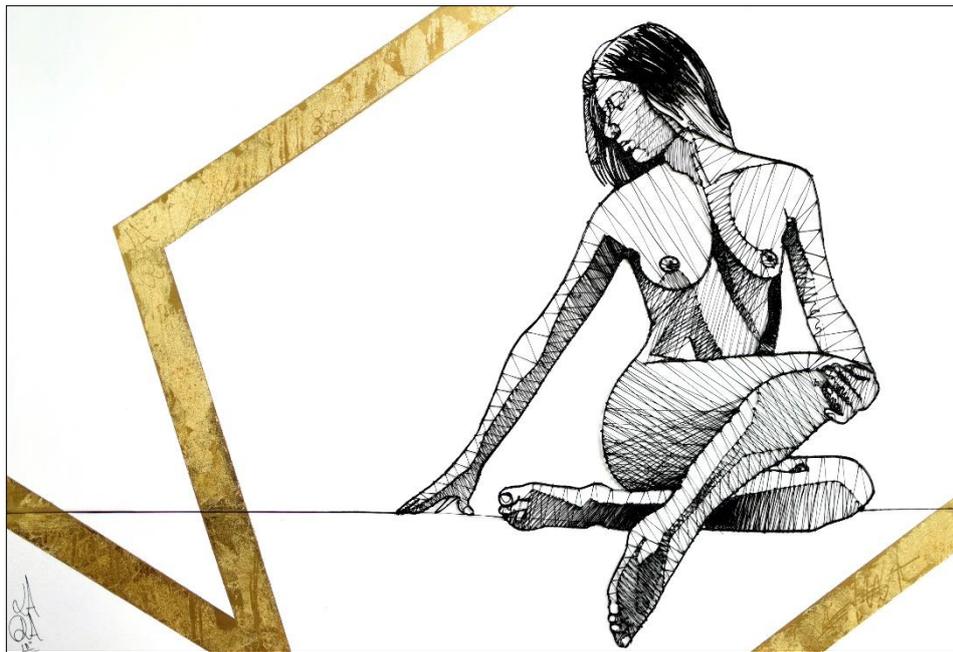


Fig. 17. *Lujuria VII*. Héctor Lara, 2018. Lápiz 3D.

3.4. Producción escultórica

KMB Creative, agencia de publicidad y marketing asociada a Mercedes Benz me encarga en 2019 un proyecto en el cual realizar un modelo de ciudad del futuro mediante lápiz de impresión 3D con motivo de la presentación de uno de sus nuevos modelos de la gama eléctrica de la marca en la ciudad de Berlín.

Las dimensiones de la intervención serán de dos metros de largo por un metro y medio de ancho, por uno de alto, sobre una peana de un metro de altura.

Comienzo realizando bocetos de los edificios de la ciudad del futuro que me permitirán generar una idea a modo de mapa conceptual de todo el conjunto.



Fig. 18. Bocetos de *City of The Future*. Héctor Lara, 2019. Acuarela.

Para poder trabajar estas formas y crear estructuras de hasta un metro de altura únicamente con lápiz de impresión 3D que se pudieran sostener por sí mismas, empleé figuras de poliespán, cajas de cartón y útiles tan rudimentarios como jarrones o vajilla de cristal que me servirían como moldes para copiar sus formas y a partir de esto, crear las formas de los edificios.

A nivel técnico, el lápiz de impresión 3D no se podía utilizar sobre el poliespán porque este se derretía con el calor emitido por la boquilla extrusora. Tampoco se adhería sobre el cristal o cajas de cartón impresas.

De modo que forrando todas las superficies con cinta de carroceros conseguía que el corcho no se fundiera y que las superficies no porosas como el cristal se convirtieran en superficies sobre las que el filamento se adhiere correctamente.

De esta forma descubro que la cinta de carroceros por su porosidad de fibra estructural me proporciona un agarre mejor que el papel satinado y fotocopiado, además de poseer la capacidad de convertir un soporte con unas formas irregulares determinadas que en principio no podría ser susceptible como elemento sobre el que poder dibujar con el lápiz 3D, en un soporte totalmente apto para la utilización de este.



Fig. 19. Momento de dibujo con lápiz 3D en el evento *Teach Open Air*, Berlín.



Fig. 20. Artículo en prensa. Diario Jaén. 29/07/2019

3.5. Desarrollo de la producción pictórica

La falta de volumen en las obras pictóricas realizadas en la colección de desnudos femeninos *Lujuria* y *Anti-decadencia* me llevan a revisar el enfoque con el que estoy empleando el lápiz 3D. Es cierto que estaba utilizando el lápiz para realizar dibujos que al separarlos de la base sobre los que los había dibujado los llevaba a la tercera dimensión, pero esa tridimensionalidad se perdía cuando los volvía a colocar sobre el soporte del cuadro y el dibujo no sobresalía más que la propia estructura conformada por el filamento, es decir, unos milímetros.

Abandono la teoría de las estructuras triangulares como método estructural de creación e investigo otra línea de dibujo más expresivo que sea válido para crear a nivel técnico estructuras igual de resistentes que con la metodología anterior.

Realizo un ejercicio de composición lineal en la cual todos los elementos están conectados entre si y reforzados. Una vez separado el dibujo del soporte, por la parte trasera sueldo con el lápiz pequeños fragmentos de filamento virgen que es mucho más grueso y compacto que el filamento extruido por el lápiz. Estos fragmentos los utilizaré como pivotes que insertaré en una serie de orificios realizados en los bastidores previamente ya intervenidos.



Fig. 21. Bocetos. Héctor Lara, 2020. Lápiz grafito

De este modo consigo que el dibujo se vea totalmente separado del bastidor y al mismo tiempo esto genera un diálogo físico con el espectador, ya que este debe de encontrarse en la perspectiva correcta para ver coincidir figura y fondo y observar la obra en su totalidad.

De esta forma creo la serie *Universe* en 2020, con la cual trato temas de carácter trascendental, tomando como base ciertos principios científicos, como la teoría de los universos paralelos, la teoría atómica, la espiritualidad del individuo y algunos mitos populares.

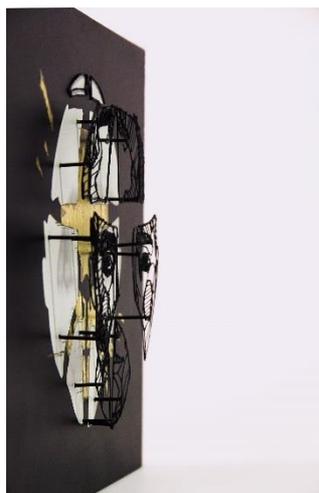


Fig. 22. *Universe Boom*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D.



Fig. 23. *Universe Boom*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D.



Fig. 24. *Multiverse*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D.

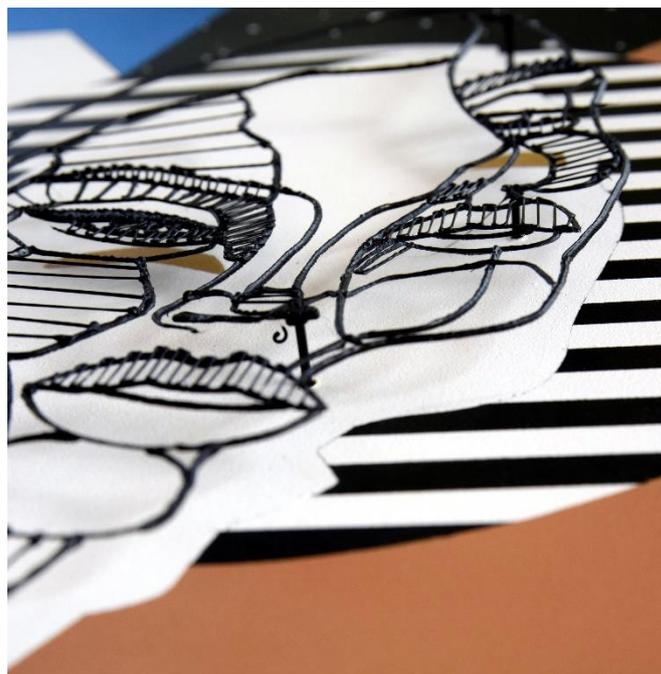


Fig. 25. *Multiverse*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D.



Fig. 26. *La chica de la flor*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D.

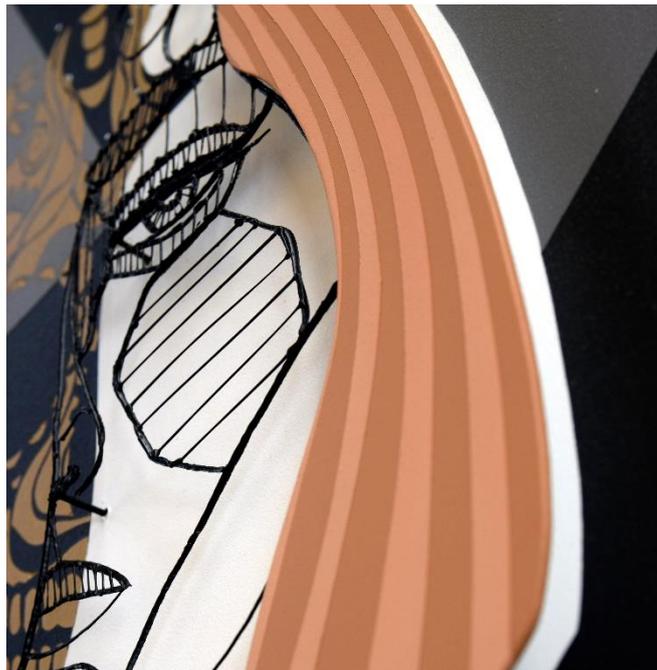


Fig. 27. *La chica de la flor* (detalle). Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D.

3.6. Intervención en el entorno urbano

En 2020 descubro la obra de la artista Dan Lam, la cual trabaja con la espuma de poliuretano, me resulta atractiva su metodología y decido llevar a cabo una serie de pruebas para fusionarla con el lápiz de impresión 3D.

Es así como realizo la colección de *Universos fluidos*, una serie de nueve esculturas de pequeño tamaño que instalo en el entorno urbano.

Tras una serie de ensayos, descubro que para conseguir realizar vertidos con espuma de poliuretano generando ese efecto de material fluido en suspensión es necesario batirla previamente, de este modo eliminamos el aire que se produce en la mezcla de la espuma al ser expulsada por la cánula del bote.

Una vez secas las piezas son intervenidas con spray, para aportarle color y texturas.

Introduzco la figura del colibrí dibujado en lápiz 3D que es insertado en las formas anteriores recreando el momento en el que el animal bebe del néctar del universo.

A nivel técnico todos los dibujos 3D se conectan al cuerpo de espuma de poliuretano mediante el pico, la ausencia de más puntos de sujeción permite que el dibujo tenga cierta flexibilidad, de modo que cuando este recibe ráfagas de aire se mueve y parece estar volando.



Figs. 28 y 29. *Universos Fluidos*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D y espuma de poliuretano.



Fig. 30. *Universos Fluidos*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D y espuma de poliuretano.

3.7. Joyería

Es cuando tengo mi primer contacto con la microfusión y trabajando los diferentes formatos de cera prefabricada para realizar joyería cuando me percaté de que al igual que la cera, el filamento del lápiz 3D al ser termofusible podría ser utilizado como método para generar un positivo al cual posteriormente realizarle un vertido de revestimiento cerámico para copiar su forma en negativo y al meterlo en el horno este se pudiera fundir y quemar para dejar el negativo libre para ser colado mediante fuerza centrífuga con diferentes metales.

En la asignatura *Proyectos de Fundición artística*, cuento con la supervisión y el consejo de la profesora Carmen Marcos que me enseña la correcta distribución de los principales bebederos sobre las diferentes piezas para conseguir una buena repartición del metal en la pieza en el momento de la colada.

De modo que realizo una serie de joyería creada con lápiz 3D y cera.



Fig. 31. Positivo de anillo realizado en lápiz 3D. Héctor Lara, 2020.

Tras la primera colada sacamos en conclusión que las piezas a las que se les había colocado un gran número de bebederos para regarlas correctamente, por alguna causa suponía una contrariedad.

Al mismo tiempo la nueva técnica de dibujo me permite a la hora de realizar la colada que estas se rieguen correctamente al estar todas las partes del conjunto conectadas entre sí.

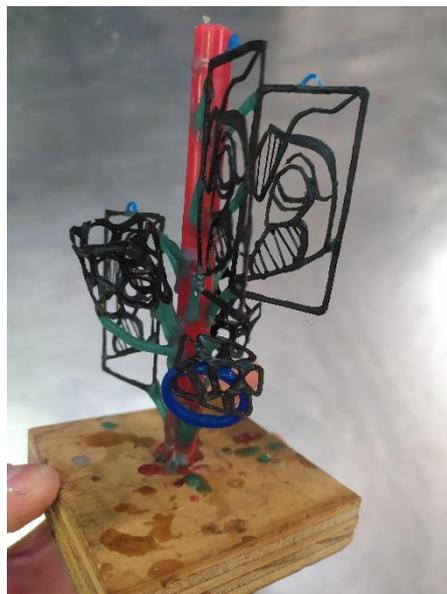


Fig. 32. Árbol de colada. Héctor Lara, 2020.
Lápiz 3D.

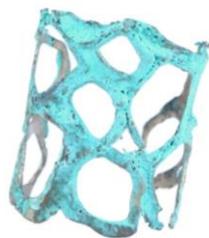


Fig. 33. Piezas de Joyería contemporánea. Héctor Lara, 2020. Latón

3.8. Hibridación, moda y producción pictórica.

Atraído por el mundo de la moda y por la elegancia que se puede alcanzar con un buen patronaje y algunos trozos de tela, decido adentrarme en este mundo con el lápiz 3D. Para ello investigo primero sobre patronaje y realizo un moodboard con todas aquellas referencias que me resultan interesantes para trabajar.



Fig. 34. Moodboard. Héctor Lara, 2021. Fotomontaje

Interesado por la estética de la cultura asiática empiezo a documentarme sobre ella, ingreso de forma online a la biblioteca digital mundial donde tengo acceso a cantidad de libros con ilustraciones y grabados, los cuales utilizaré como referencia. Otro referente para esta pieza es la película *The Pillow Book* (Peter Greenaway, 1996). Por otro lado, introduzco en la composición dibujos animados como gesto melancólico de la infancia y animales fantásticos como referencia al mundo onírico. La inconcreción del desarrollo de la acción en la composición figurativa es otro elemento que me gusta destacar, de este modo la lectura dependerá del espectador, siendo este el que completa la obra y acaba aportando un sentido personal e individual. Otro aspecto que me resulta interesante de trabajar y de desarrollar en otros trabajos es la no funcionalidad de los objetos, ya que esta es una chaqueta no es una prenda que se pueda vestir como una prenda pret-a-porter diariamente, tampoco se trata de una prenda que abrigue por las complejas características técnicas que la componen, se trata de una pieza de exposición, compuesta por tres patrones que al mismo tiempo que se pueden presentar en un espacio como tres piezas conformantes de un tríptico de forma plana sobre la pared, como al unir las se puede dar lugar a una nueva configuración y exponerse en un busto de costura o en un modelo

A niveles técnicos, el patrón es diseñado en tres partes:

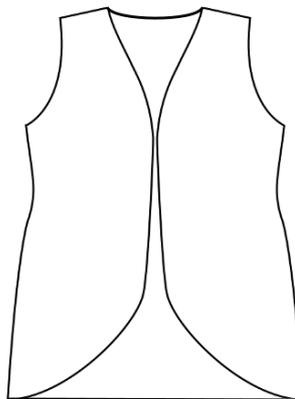


Fig. 35. Boceto. Héctor Lara, 2021.

Dos piezas delanteras y una para la parte trasera. Se eliminan las mangas puesto que se trata de un elemento que requiere de mucha flexibilidad por parte del tejido o material en el que se confeccione para que el modelo pueda realizar movimientos libremente. Este elemento realizado en filamento ABS dificultaría la movilidad. La falta de viabilidad a la hora de su ejecución es la que me lleva a eliminarlo directamente y realizar un kimono sin mangas.

A nivel estructural, los dibujos del kimono tienen que estar perfectamente conectados entre sí para que cuando este sea separado de la superficie se obtengan piezas uniformes construidas en un solo bloque. Estudié el modo de lectura de las líneas compositivas de los dibujos realizados hasta el momento y saqué en conclusión que tenía que simplificar la composición de estas, para que la lectura de las mismas de cara al espectador fuera mucho más directa y sencilla, es decir, para que, en un solo golpe de vista, el espectador pudiera percibir cierta armonía compositiva y diferenciar los principales elementos.



Fig. 36. Análisis de obras. Héctor Lara, 2021.

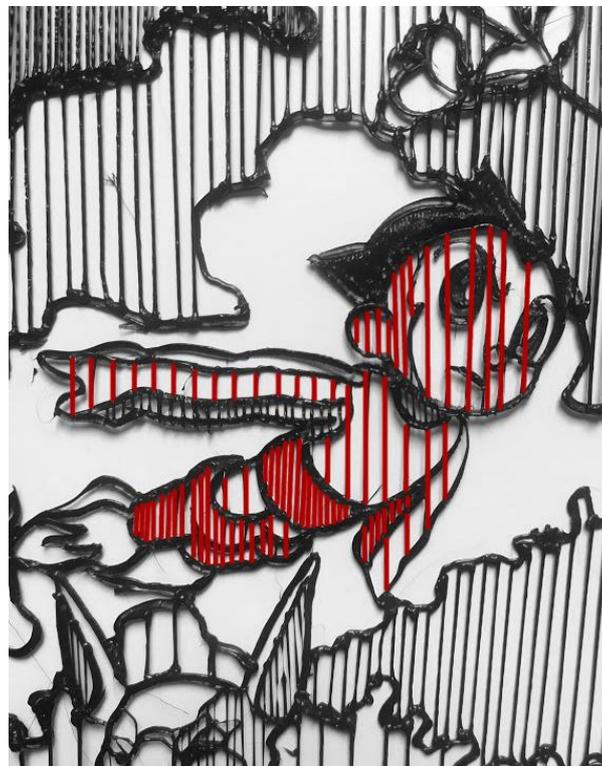


Fig. 37. Análisis de obras. Héctor Lara, 2021.

De esta manera se realiza una síntesis de las direcciones de lectura dadas por la composición de las propias líneas, consiguiendo de este modo, que el impacto visual sobre el espectador sea mas directo eliminando los excesos compositivos dados por la combinación de las diferentes direcciones de líneas.

Así que, la mirada del espectador es conducida en un solo sentido, es decir, en el vertical, obteniendo como resultado un ritmo compositivo mucho más armónico y ordenado.



Fig. 38. Análisis comparativo de composición lineal. Héctor Lara, 2021.

A nivel técnico, la línea vertical permite que la estructura generada con el filamento 3D sea mucho mas resistente, la verticalidad de la línea distribuye el peso del conjunto total de la pieza generado por la fuerza de gravedad mucho mejor que la línea horizontal que por acción de la propia fuerza de gravedad tenderá a curvarse y por ende dará lugar a estructuras poco solidas.

Por otra parte, a la hora de tener que flexar el conjunto total del dibujo 3D, como es el caso de esta pieza, que tiene que adaptarse al tronco humano y adoptar cierta forma cilíndrica, la línea vertical se adapta mejor que la horizontal que tiende a deformarse.

Tras esto, se ensamblarán entre ellas con hilo de lana a modo de abrazaderas, que realizarán la función de costura entre las distintas partes y al mismo tiempo permite cierto juego de movimiento para que este sea más fácil de manipular, poner y quitar.

Al quitar los dibujos del soporte sobre los que los he realizado me doy cuenta de que la hoja del cúter que había estado utilizando hasta el momento para despegar las soldaduras es demasiado corta para llegar a todos los lugares de las piezas dibujadas del chaleco; es así como descubro que el cuchillo jamonero me sirve como herramienta complementaria para romper las soldaduras realizadas entre el soporte y el dibujo. La longitud de la hoja, por una parte, me permite llegar correctamente a todos los lugares que con el cúter me resultaban inaccesibles y por otro lado el grosor y flexibilidad de la hoja son muy similares a los del cúter, de modo que es el complementario perfecto que añadir a la lista para siguientes obras.



Fig. 39. Rotura de puntos de soldadura con hoja de cuchillo jamonero. Héctor Lara, 2021.



Fig. 40. *Tokio Jacket*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.



Fig. 41. *Tokio Jacket*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.



Fig. 42. *Tokio Jacket*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.

Seguramente la serie que más marcó mi infancia fue *Bandolero*, una serie española con mucho carácter andaluz, la cual veía en Canal Sur, dirigida por Josep Viciano bajo la producción de Neptuno Films. La serie de televisión de 52 capítulos cuenta la historia de un joven, Juan, que ve morir a su padre en un incendio provocado por un malvado general. Diez años más tarde, con la ayuda de su banda, Juan (Bandolero) se dedicará a luchar contra el tirano en beneficio del pueblo.



Fig. 43. Opening *Bandolero*. Neptuno Films, 2000. Animación.

De esta serie, extraigo la idea de realizar un nuevo corte tipo torera como la que Juan, el personaje principal de *Bandolero*, llevaba consigo siempre en los capítulos, *Bandolero's Bullfighter*.

La estética asiática permanece en el nuevo patrón diseñado e introduzco uno de los fotogramas de *Bandolero* a lomos de su caballo luchando contra un dragón chino. Esto enfatiza el interés ya mostrado anteriormente por las acciones indefinidas con la intención de que el espectador genere su propia historia sobre la acción que se está desarrollando.

Por otro lado, trata de evidenciar la multiculturalidad como producto de la globalización mundial, lo que tendrá como consecuencia en un futuro la consolidación de una cultura mundial única, al mismo tiempo, podemos considerar, que esa cultura mundial de la que se está hablando podría tratarse de internet, un espacio no físico, al cual tiene acceso el 51 por ciento de la población mundial según un artículo del periódico digital ABC publicado el dieciocho de junio de dos mil diecinueve. Una cultura construida por diversidad de personas pertenecientes a diferentes situaciones geográficas que añaden contenido e información a un espacio intangible que lo contiene todo al mismo tiempo y al cual todo el mundo puede tener acceso.



Fig. 44. *Bandolero's Bullfighter*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.



Fig. 45. *Bandolero's Bullfighter*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.



Fig. 46. *Bandoleros Bullfighter* (detalle). Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.

3.9. Producción escultórica: segunda fase

Es con la asignatura de *Proyectos de Diseño y Pintura*, con el profesor Toño Barreiro donde vuelvo a realizar una retrospectiva del modo en el que estoy aplicando el lápiz de impresión 3D y me propone una reestructuración dentro de mi metodología de trabajo: el principio de la *Navaja de Ockam*.

Este es un principio metodológico atribuido al fraile franciscano Guillermo de Ockam, el cual afirmaba que *es vano hacer con más lo que se puede hacer con menos*.

Este principio de reducción va a ser el mismo que aplique a partir de este momento, eliminando todo tipo de soporte que ha conformado la obra y todos aquellos elementos que la rodeaban que no eran estrictamente necesarios, siendo el lápiz 3D el último fin de la propia obra. Es así como continúo desarrollando la nueva línea de trabajo iniciada con la pieza *Tokyo Jacket*

Carved Tires de Wim Delvoye es una obra que tomo como referencia en la cual el artista toma una serie de neumáticos que interviene realizándole grabados mediante la eliminación de materia del propio caucho, transformando así un objeto diseñado para desempeñar una función concreta y determinada, en un objeto totalmente inútil y decorativo con una pretensión artística sin mayor finalidad que la de obtener una función estética.

Se desarrolla así, el concepto, *arts gratia artis*, expresión del latín que significa el arte por la gracia del arte, dada por el pensamiento de la revolución burguesa, que defiende la libertad artística y de expresión, donde el arte puro es esencialmente distinto de lo utilitario o lo que conocemos como artesanía.

En este caso, el objeto útil es intervenido artísticamente rompiendo con la función concreta para la que este se creó, con una finalidad puramente estética.



Fig. 47. *Carved Tires*. Wim Delvoye, 2010. Neumático.

De este modo desarrollo piezas como *American Dragon*, se trata de la tabla de un skate realizada únicamente en lápiz de impresión 3D y donde los ejes y ruedas de un skate original son utilizadas como soporte sobre el que anclar el dibujo para sostenerlo.

Esta es una pieza que realizo haciendo referencia a una serie de dibujos animados perteneciente a mi infancia llamada *American Dragon*, en la que el personaje principal Jake, adolescente asiático-americano aprende a dominar sus poderes místicos como mutante de dragón y en la cual el patinete es un elemento que le acompaña durante todo el desarrollo de la historia.



Figs. 48-51. *American Dragon*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.

Continuando con esa idea de objetos que no son funcionales a la hora de reproducirlos con el lápiz de impresión 3D creo la pieza, *Mask*, una máscara inspirada en la original máscara veneciana o máscara de la peste, perteneciente a la edad media durante la peste. Esta surge de la creencia de que la peste negra era transmitida por las aves, de modo que los médicos de la época llevaban estos atuendos para espantarlas. Por otro lado, el pico de la máscara era relleno con plantas aromáticas para mitigar los fuertes olores consecuencia de los cadáveres putrefactos víctimas de la enfermedad. Al mismo tiempo, tenía la supuesta función de filtrar el aire, ya que también se pensaba que se contagiaba por vía aérea. Lo que los médicos de la época no sabían es que la peste no afecta a las aves y que tampoco se transmitía por vía aérea, si no que se transmitía por la picadura de las pulgas infectadas por la *Yersinia pestis*.

Entre ambas máscaras por tanto se produce una analogía, ya que la original máscara veneciana se creó con la finalidad de filtrar un supuesto virus contagioso que se transmitía por el aire, resultando inútil su uso para esto, al igual que la pieza que presento, al mismo tiempo, tampoco permite cubrir las facciones del rostro sobre el que se coloca, porque su forma está construida también a partir del espacio vacío de la misma.



Fig. 52. *Mask*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.

Otra pieza que trabaja el mismo concepto es *No protection*, una reproducción de un casco de skate que tampoco puede desempeñar la función original para la que se diseñó, la función de elemento de protección el cual puede soportar golpes e impactos se pierde, dando lugar a un elemento estéticamente semejante, pero sin función alguna.

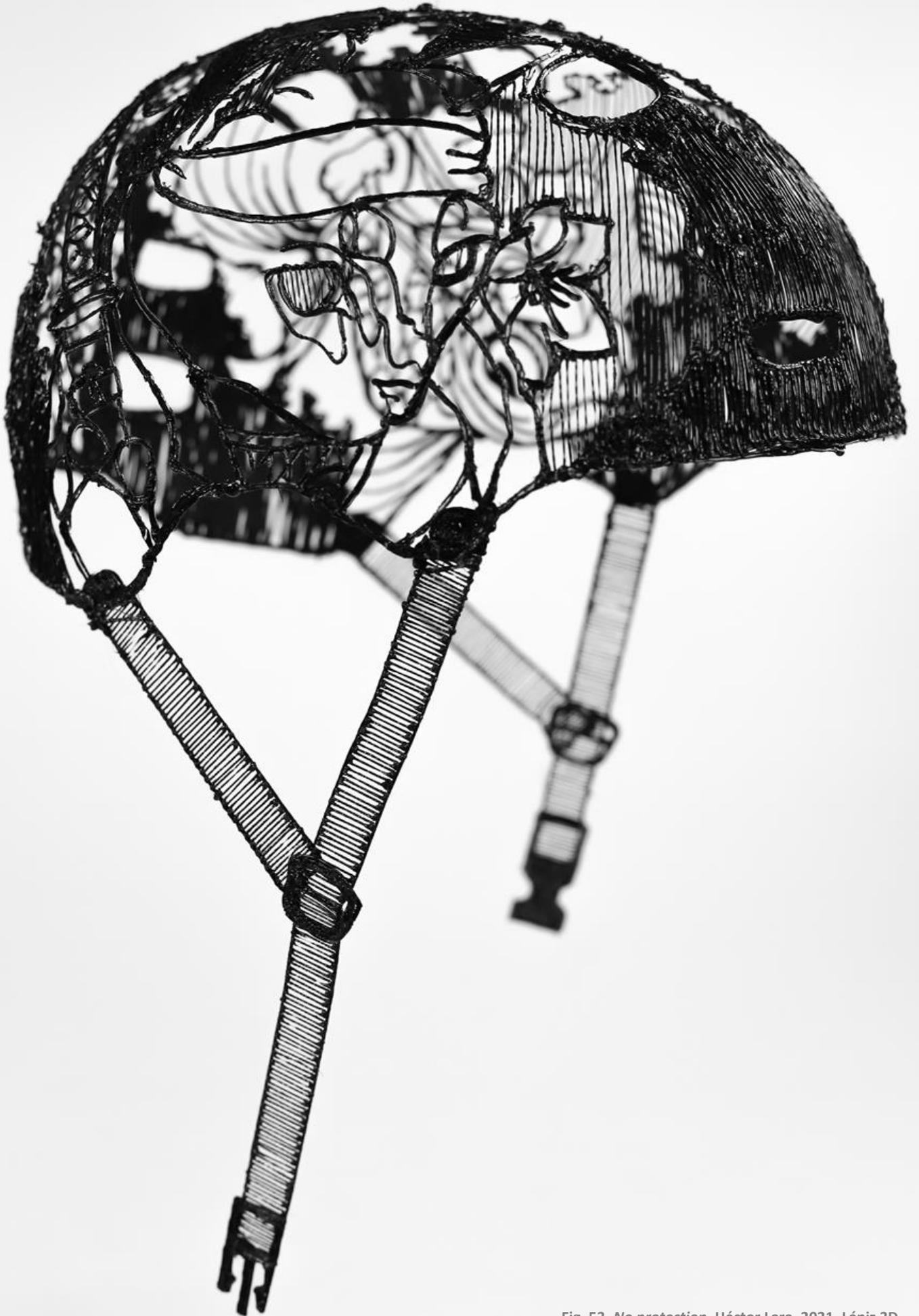


Fig. 53. *No protection*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.



Fig. 54. *No protection*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D.

CONCLUSIONES

El lápiz de impresión 3D es una herramienta de lo más interesante para la producción artística. En este documento se ha demostrado la diversidad de aplicaciones y resoluciones plásticas que se pueden alcanzar con él. Se trata de una herramienta óptima con la que crear obra por si sola pero también como herramienta complementaria compatible con otras técnicas.

Las diferentes metodologías aplicadas por cada artista en el afán de investigación y descubrimiento de nuevas combinaciones o resoluciones mediante esta técnica contribuyen a la obtención de unos conocimientos que sirven a los demás artistas para mejorarlos y desarrollarlos, dando lugar al establecimiento de metodologías comunes e individuales que pueden servir a futuros artistas interesados por esta técnica.

Por otro lado, se trata de un instrumento que seguramente acabe introduciéndose en los diferentes ámbitos de la educación comprendida entre educación infantil, formación profesional y grado, aunque para ello es necesario que esta técnica se consolide como método de producción artística de forma definitiva, ya que hoy en día se trata de una técnica desconocida por muchas personas al ser un producto relativamente prematuro dentro del mercado y del mundo del arte.

Considero que los objetivos se han alcanzado según lo establecido. Por una parte, se ha analizado la metodología de tres distintos artistas, se ha establecido un contacto directo con ellos mediante Instagram, me han referido artículos que se han publicado sobre sus obras además de explicarme personalmente bien mediante el chat de esta aplicación o bien por correo electrónico en el caso de algunos desarrollos teóricos más extensos su metodología.

Los riesgos para la salud, han sido expuestos y se ha mostrado como consecuencia el EPI necesario para evitarlos.

Además, la técnica ha sido aplicada en campos como la producción artística pictórica, la escultura, el arte urbano, la joyería y la moda, obteniendo en todos ellos resultados mas que positivos en este proyecto investigativo.

Por otro lado, el estilo de dibujo ha sufrido una constante evolución desde las primeras pruebas en las cuales no existía una estructura jerarquizada a la hora de dibujar mas que la acumulación de la materia del filamento plástico ABS, posteriormente aplicando al estilo de dibujo la teoría de las estructuras trianguladas extraída de la arquitectura. Tras esto, en el estilo de dibujo introduce pivotes que permitirían que el dibujo tuviera un mayor volumen y que estos pudieran separar aun mas el dibujo del propio bastidor que los sostenía. Hibridando el filamento 3D con la cera dentro del ámbito de la fundición artística y realizando dibujos interconectados y cerrados creando una especie de circuito cerrado, permitió la obtención de modelos que servirían como positivados para después obtener el negativo en los árboles de colada.

Por último, gracias a la aplicación del lápiz 3D en la moda contemporánea me veo obligado a reestructurar el estilo de dibujo para obtener piezas de un solo bloque de un mayor tamaño a nivel técnico mayores que las anteriores, pero al mismo tiempo capaces de poseer la suficiente flexibilidad como para soportar los movimientos de los modelos que portaran las piezas.

A nivel personal, encuentro interesantes los resultados obtenidos dentro del mundo de la moda contemporánea, mi intención es continuar desarrollando la idea, probando otros tipos de cortes y aplicando diferentes filamentos que han entrado en el mercado en los últimos meses, como por ejemplo filamentos fotoluminiscentes, compuestos por metal o fibras de madera, solubles en agua y muchos otros más. Continuaré creando piezas libres de soporte, utilizando el filamento del lápiz 3D como medio final para la obra. La continua evolución me ha permitido en este último mes colaborar con una nueva marca, fabricante de filamentos llamada 3D Jake que me está suministrando todo el material necesario para continuar mi proyecto de creación artística mediante lápiz de impresión 3D, de modo que con los medios necesarios cubiertos, espero que mi obra continúe enriqueciéndose y creciendo.

BIBLIOGRAFÍA

FILAMENT2PRINT.COM. *Riesgos a la hora de imprimir en 3D.*

https://filament2print.com/es/blog/37_riesgos-imprimir-3d.html [Consulta: 6 mayo 2020]

WIKIPEDIA.COM. *3Doodler.* <https://es.wikipedia.org/wiki/3Doodler> [Consulta: 6 mayo 2020]

IMPRESORAS3D.COM. *Breve historia de las impresoras*

3d. <https://www.impresoras3d.com/breve-historia-de-la-impresion-3d/> [Consulta: 6 mayo 2020]

WIKIPEDIA.COM. *Años 1990.* https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os_1990 [Consulta: 6 mayo 2020]

TRIMAKER.COM. *Filamentos de impresoras 3d.* <https://trimaker.com/filamentos-para-impresion-3d-abs-vs-pla/> [Consulta: 7 mayo 2020]

COMPUTERHOY.COM. *Las impresoras 3d emiten partículas peligrosas para la salud.*

<https://computerhoy.com/noticias/hardware/impresoras-3d-emiten-particulas-peligrosas-salud-39803> [Consulta: 7 mayo 2020]

3DNATIVES.COM. *¿Qué tan ecológico es el filamento PLA?.*

<https://www.3dnatives.com/es/ecologico-realmente-filamento-pla-230720192/> [Consulta: 7 mayo 2020]

IMPRESORAS3D.COM. *El material de impresión ABS y sus características.*

<https://www.impresoras3d.com/el-material-de-impresion-abs-y-sus-caracteristicas/> [Consulta: 7 mayo 2020]

TALES.CICA.ES. *Estructuras trianguladas.* https://tales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0053-02/contenido/8_trianqulacion.htm [Consulta: 8 mayo 2020]

ZEN.YANDEX.COM. *Escultura de nueva generación.*

<https://zen.yandex.ru/media/id/5dbc126d3642b600ad696d4a/skulptura-novogo-pokoleniia-5e42a27510b5c24e9f79c399> [Consulta: 8 mayo 2020]

3DOODLER.COM. *Ekaterina Vladimirova.* <https://learn.the3doodler.com/artist-spotlight-with-ekaterina-vladimirovna-creative-imagination-and-at-home-education/> [Consulta: 8

mayo 2020]

ALL3DPEN.COM. *How a Russian artist recreates classic sculptures with a 3d printing pen.*

<https://all3dp.com/4/how-a-russian-artist-recreates-classic-sculptures-with-a-3d-printing-pen/> [Consulta: 8 mayo 2020]

THE3DOODLER.COM. *Artist Spotlight: Marc Buhren's Land Scapes.*

<https://learn.the3doodler.com/blog/artist-spotlight-marc-buhrens-3d-landscapes/>

[Consulta: 8 mayo 2020]

THE3DOODLER.COM. *Artist spotlight with Ekaterina Vladimirovna: creative imagination and at-home education.* <https://learn.the3doodler.com/blog/artist-spotlight-with-ekaterina-vladimirovna-creative-imagination-and-at-home-education/> [Consulta: 8 mayo 2020]

MARC-BUEHREN.COM. *Manueller und digitaler 3D-Druck.* <https://marc-buehren.com/portfolio/3d-zeichnung/> [Consulta: 8 mayo 2020]

BLEZJCA.COM. *Biography.* <https://www.blejzca.com/alice/> [Consulta: 8 mayo 2020]

DW.COM. *Making art with a 3d pen.* <https://www.dw.com/en/making-art-with-a-3-d-pen/av-45293741> [Consulta: 8 mayo 2020]

ALL3DPEN.COM *How a russian artist creates classic sculptures with a 3D printing pen.* <https://all3dp.com/4/how-a-russian-artist-recreates-classic-sculptures-with-a-3d-printing-pen/> [Consulta: 10 mayo 2020]

YOUTUBE.COM. *Conversations with artists – Dan Lam.*

https://www.youtube.com/watch?v=H0JI_KQgNhA [Consulta: 5 agosto 2020]

YOUTUBE.COM. *Collector house conversations 05: Artist Dan Lam Studio Visit.*

<https://www.youtube.com/watch?v=Wpbyqus9CBA> [Consulta: 5 agosto 2020]

ALEJANDRACOLOMERA.COM. *Como hacer el patrón de un kimono*

<https://www.alejandracolomera.com/2020/10/como-hacer-el-patron-de-un-kimono.html>

[Consulta: 3 febrero 2021]

BIBLIOTECA DIGITAL MUNDIAL.ORG. *Grabados, mapas, manuscritos y libros chinos.*

<https://www.wdl.org/es/sets/chinese-literature/timeline/> [Consulta: 4 febrero 2021]

WIKIPEDIA.ORG. *Navaja de Ockham.* https://es.wikipedia.org/wiki/Navaja_de_Ockham

[Consulta: 12 abril 2021]

YOUTUBE.COM. *La navaja de Ockham.* <https://www.youtube.com/watch?v=Jcw5KBZ5Y28>

[Consulta: 12 abril 2021]

WIMDELVOYE.BE. *Works.* <https://wimdelvoye.be/work/> [Consulta: 17 mayo 2021]

WIKIPEDIA.ORG. *American dragón, Jake Long.*

https://es.wikipedia.org/wiki/American_Dragon:_Jake_Long [Consulta: 17 mayo 2021]

ABC.ES. *Bandolero Sinopsis.* <https://www.abc.es/play/serie/bandolero-1468/> [Consulta: 20 mayo 2021]

FILMAFFINITY.COM. *Bandolero (Serie TV)*.

<https://www.filmaffinity.com/es/film475578.html> [Consulta: 20 mayo 2021]

WIKIPEDIA.ORG. *Medico de la peste negra*.

https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9dico_de_la_peste_negra [Consulta: 21 mayo 2021]

EFESALUD.COM. *La mascara de la peste ¿Cuál es su origen?*

<https://www.efesalud.com/la-mascara-de-la-peste-cual-es-su-origen/> [Consulta: 21 mayo 2021]

ÍNDICE DE IMÁGENES

Fig. 1. Lápiz de impresión 3D marca Lixpen. <https://lixpen.com/> Pag. 6

Fig. 2. Esquema del funcionamiento mecánico de un lápiz 3D. <https://elmundo3d.com/extrusor/> Pag. 9

Fig. 3. Partes mecánicas externas de un lápiz 3D. <https://grobotronics.com/3d-pen-sunlu-sl-300-white-el.html?sl=en> Pag. 10

Fig. 4. Composición del filamento ABS. Pag. 10

Fig. 5. Composición del filamento PLA. Pag. 10

Fig. 6. Mascarilla de protección. <https://pinturas-dami.com/es/361-mascarilla-gases-y-vapores-3m-6941-ffa1p2d.html> Pag. 12

Fig. 7. Gafas de protección. <https://www.proclinic.es/tienda/gafas-de-proteccion-estancas-panoramicas> Pag. 12

Fig. 8. 1000летие. Ekaterina Vladimirovna, 2019. Lápiz 3D. <https://www.instagram.com/p/B2t50dloVDS/> Pag. 13

Fig. 9. *Dear Родная*. Ekaterina Dobrolyubova, 2019. Lápiz 3D <https://www.instagram.com/p/Brnvtk6DAJT/> Pag. 14

Fig. 10. *Endspurt*. Marc Bühren, 2018. Lápiz 3D <https://www.instagram.com/p/BisOyjRBuSy/> Pag. 15

Fig. 11. *Alles nur theater*. Marc Bühren, 2018. Lápiz 3D <https://marc-buehren.com/portfolio/3d-zeichnung/#jp-carousel-262> Pag. 16

Fig. 12. *Lost places*. Blejzca, 2021. Lápiz 3D. <https://www.instagram.com/p/CNpTIAdritI/> Pag. 18

Fig. 13. *Imaginary town web*. Blejzca, 2021. Lápiz 3D <https://www.instagram.com/p/COSVFcXL-ps/> Pag. 18

Fig. 14. *Lujuria I*. Héctor Lara, 2017. Lápiz 3D. Pag. 19

Fig. 15. Estructuras trianguladas. Inevid.blogspot.com Pag. 20

Fig. 16. Estructuras trianguladas recreación 3D. www3.gobiernodecanarias.com Pag. 20

- Fig. 17. *Lujuria VII*. Héctor Lara, 2018. Lápiz 3D. Pag. 21
- Fig. 18. Bocetos de *City of The Future*. Héctor Lara, 2019. Acuarela. Pag. 22
- Fig. 19. Momento de dibujo con lápiz 3D en el evento Teach Open Air, Berlín. Pag. 23
- Fig. 20. Recorte del periódico Diario Jaén 29/07/2019. Pag. 24
- Fig. 21. Bocetos. Héctor Lara, 2020. Lápiz. Pag. 25
- Fig. 22. *Universe Boom*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D. Pag. 25
- Fig. 23. *Universe Boom*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D. Pag. 25
- Fig. 24. *Multiverse*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D. Pag. 26
- Fig. 25. *Multiverse*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D. Pag. 26
- Fig. 26. *La chica de la flor*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D. Pag. 27
- Fig. 27. *La chica de la flor*. Héctor Lara (detalle), 2020. Lápiz 3D. Pag. 27
- Figs. 28 y 29. *Universos Fluidos*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D y espuma de poliuretano. Pag. 28
- Fig. 30. *Universos Fluidos*. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D y espuma de poliuretano. Pag. 29
- Fig. 31. Positivo de anillo realizado en lápiz 3D. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D. Pag. 30
- Fig. 32. Árbol de colada. Héctor Lara, 2020. Lápiz 3D. Pag. 30
- Fig. 33. Piezas de Joyería contemporánea. Héctor Lara, 2020. Latón. Pag. 31
- Fig. 34. Moodboard. Héctor Lara, 2021. Fotomontaje. Pag. 32
- Fig. 35. Boceto. Héctor Lara, 2021. Pag. 33
- Fig. 36. Análisis de obras. Héctor Lara, 2021. Pag. 34
- Fig. 37. Análisis de obras. Héctor Lara, 2021. Pag. 35
- Fig. 38. Análisis comparativo de composición lineal. Héctor Lara, 2021. Pag. 36
- Fig. 39. Rotura de puntos de soldadura con hoja de cuchillo jamonero. Héctor Lara, 2021. Pag. 37
- Fig. 40. *Tokyo jacket*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 38
- Fig. 41. *Tokyo jacket*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 39
- Fig. 42. *Tokyo jacket*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 40
- Fig. 43. Opening Bandolero. Neptuno films, 2000. Pag. 41
- Fig. 44. *Bandolero's Bullfighter*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 42
- Fig. 45. *Bandolero's Bullfighter*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 43
- Fig. 46. *Bandolero's Bullfighter* (detalle). Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 44
- Fig. 47. *Carved tires*. Wim Delvoye, 2010. Neumático. <https://www.frieze.com/article/laurent-grasso-wim-delvoye> Pag. 45

Figs. 48-51. *American Dragon*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 46

Fig. 52. *Mask*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 47

Fig. 53. *No protection*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 48

Fig. 54. *No protection*. Héctor Lara, 2021. Lápiz 3D. Pag. 49