



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TITULO DE LICENCIADO EN ARTE Y DISEÑO

Fantasía y movimiento generado por energías limpias, en la escultura

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Jima González, Tamara Silvana.

DIRECTOR: Noriega Armijos, Verónica, Mtra.

LOJA-ECUADOR

2016



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2016

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Maestra.

Verónica Noriega Armijos.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Fantasía y movimiento generado por energías limpias, en la escultura, realizado por Jima González Tamara Silvana, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja,

Mtra. Verónica Noriega Armijos

C.I:1103025589

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“ Yo”, Jima González Tamara Silvana declaro ser autora del presente trabajo de titulación: "Fantasía y movimiento generado por energías limpias, en la escultura", de la Titulación de Arte y Diseño, siendo Verónica Noriega Armijos directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Jima González Tamara Silvana

C.I: 1104658404

DEDICATORIA

A mis queridos abuelitos, que han sido siempre mi apoyo, inspiración y fortaleza, porque ellos me enseñaron la constancia y a amar lo que hago.

A ellos les dedico mis triunfos, alegrías y esta tesis.

AGRADECIMIENTO

A la Mtra. Verónica Noriega, quien me guió y motivó durante la realización de este trabajo. Gracias por el entusiasmo mostrado más allá de su labor como directora del trabajo de titulación.

A todos mis profesores que supieron impartir sus conocimientos en el proceso de formación universitaria.

A mis amigos y amigas que compartieron conmigo a lo largo de la vida universitaria por hacer de ésta etapa una experiencia agradable, gracias por sus “ánimo, ya falta poquito ¡dale nomás!” que en serio eran palabras reconfortantes. Gracias por el camino compartido, la buena vibra, y los buenos momentos.

Y sobre todo gracias infinitas a toda mi familia, por confiar en mí, por su comprensión, paciencia y apoyo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
TABLA DE ILUSTRACIONES.....	vii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS	5
CAPÍTULO I.....	6
1. ESCULTURA Y MOVIMIENTO.....	6
1.1 <i>Generación de Movimiento</i>	7
1.1.1 Marionetas.	7
1.2 <i>Autómatas Edad Media y Renacimiento</i>	18
1.3 <i>Autómatas Siglos XVIII - XIX</i>	26
1.4 <i>Del futurismo italiano al Arte cinético latinoamericano en el siglo XX</i>	31
1.4.1 Obras que conllevan movimiento real.	36
1.4.2 Obras que conllevan el movimiento del espectador.	37
1.4.3 Obras que conllevan utilización de la luz.....	38
1.4.4 Obras que conllevan la participación del espectador.	42
CAPÍTULO II.....	44
2. ENERGÍAS LIMPIAS Y EL ARTE	44
2.2 <i>Fuentes de energía limpia para generar movimiento: agua, viento, luz solar, fuerza humana</i>	47
2.2.1 Agua.....	47

2.2.2 Viento.....	50
2.2.3 Luz Solar.....	51
2.2.4 Energía Humana.....	52
2.3 <i>Artistas y sus propuestas sustentables con efectos ópticos y cinéticos</i>	55
CAPÍTULO III.....	61
3. PROPUESTA: ESCULTURA CINÉTICA FANTÁSTICA.....	61
3.1 <i>Metáfora del movimiento</i>	62
3.2 <i>La fantasía como recurso expresivo</i>	63
3.3 <i>Del dibujo a la escultura</i>	65
3.4 <i>Experimentación de los materiales y su poética</i>	72
3.5 <i>Proceso de construcción de la maqueta</i>	72
CONCLUSIONES:.....	86
RECOMENDACIONES:.....	87
ANEXOS.....	92

TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Títere romano. Museo Arqueológico de Tarragona. (El verde gabán, 2014)</i>	8
<i>Ilustración 2 Colosos de Memnón</i>	9
<i>Ilustración 3 Reloj hidráulico Ctesibio</i>	10
<i>Ilustración 4 Hydraulis Ctesibio. (Parque Bezares, s.f.)</i>	11
<i>Ilustración 5 Tornillo de Arquímedes</i>	12
<i>Ilustración 6 Rueda Hidráulica</i>	12
<i>Ilustración 8 Camarera automática. Bizancio</i>	13
<i>Ilustración 7 Interior -Camarera automática</i>	13
<i>Ilustración 9 Funcionamiento-camarera</i>	13
<i>Ilustración 10 Puertas automáticas. Herón</i>	14
<i>Ilustración 11 Jarras que transforman el agua en vino</i>	15
<i>Ilustración 12 Jarras que transforman el agua en vino</i>	15
<i>Ilustración 13 Caja Mágica de Herón</i>	16

<i>Ilustración 14 Fuente de Herón</i>	17
<i>Ilustración 15 Fuente</i>	17
<i>Ilustración 16 Reloj Chino. I-hsing monge</i>	19
<i>Ilustración 17 Reloj Chino. Su Sung. (op. cit.)</i>	19
<i>Ilustración 18 Reloj-elefante. Al-Jazari</i>	20
<i>Ilustración 19 Barco con músicos. Al-Jazari</i>	21
<i>Ilustración 20 Gallo de Estrasburgo.1532</i>	22
<i>Ilustración 21 Resorte templado con rueda escalonada.Anterior a 1493-1497</i>	23
<i>Ilustración 22 Estudios de hidrotecnia. Anterior a 1483</i>	23
<i>Ilustración 23 Accionamiento de un movimiento de fuerza desigual. 1493-1497. (Zöllner , 2006)</i>	23
<i>Ilustración 24 Mecanismo para transmisión de fuerza mediante ruedas dentadas y manivelas.1493-1497. (op. cit.)</i>	23
<i>Ilustración 25 Reconstrucción de robot diseñado por Leonardo da Vinci. (Parra , Xatakaciencia, 2014)</i>	24
<i>Ilustración 26 Réplica a tamaño real del león autómatas de Leonardo. 2009. (Rei, s.f.)</i>	24
<i>Ilustración 27 Mecanismo interno monje robótico. Juanelo Turriano 1560</i>	25
<i>Ilustración 28 El monje robótico. Juanelo Turriano. 1560. (Carletti, 2013)</i>	25
<i>Ilustración 29 “El pato con aparato digestivo”. Jacques de Vaucanson. 1739. (Mayrata, 2014)</i>	26
<i>Ilustración 30 “El pato con aparato digestivo”. Jacques de Vaucanson. 1739. (Carletti, 2013)</i>	27
<i>Ilustración 31 La pianista. Jacquet-Droz. el Musée d’Art et d’Histoire de Neuchâtel, Suiza</i>	27
<i>Ilustración 32 El dibujante. Jacquet-Droz. Musée d’Art et d’Histoire de Neuchâtel, Suiza. (op. cit.)</i>	28
<i>Ilustración 33 El escritor. Jacquet-Droz</i>	28
<i>Ilustración 34 La intérprete Dulcimer & Kintzing.1784</i>	29
<i>Ilustración 35 El tigre de Tipu. 1790</i>	29
<i>Ilustración 36 El trompetista mecánico. 1810</i>	30
<i>Ilustración 37 Zashiki karakuri: autómatas utilizados en los hogares Japoneses para servir el té, hasta el siglo XIX</i>	30
<i>Ilustración 38 Construcción cinética. Secuencia fotográfica de la pieza en movimiento, Gabo. 1965</i>	34
<i>Ilustración 39 S.T. (Pavo real). Alexander Calder.1941</i>	35
<i>Ilustración 40 Pez. Alexander Calder.1945</i>	36
<i>Ilustración 41 Vibración. Jesús Soto.1967</i>	37
<i>Ilustración 42 Fismicromía. 1972.Caracas Venezuela</i>	38
<i>Ilustración 43 CYSF 1. Nicolas Schöffer.1956. (Trilnick, 2013)</i>	39
<i>Ilustración 44 Luces encadenadas. Heinz Mack. 1966</i>	40
<i>Ilustración 45 Klassisches licht-ballett (Ballet clásico de luces). Otto Piene.1961</i>	41
<i>Ilustración 46 Bicho de Poche. Lygia Clark.1966, aluminium. (Bone, 2012)</i>	42
<i>Ilustración 47 Representación del molino de agua. (Aréstegui Huarcaya, Gómez , Pizarro Sanchez, & Velazco Navarro, 2014)</i>	48
<i>Ilustración 48 Tuberías de Lucid Energy</i>	49

<i>Ilustración 49 Eight pequeña planta hidroeléctrica</i>	49
<i>Ilustración 50 Eight genera luz con dos botellas plásticas PET</i>	50
<i>Ilustración 51 Farolas solares y eólicas. Barcelona España. Eolgreen. (ERENOVABLE.COM, 2015)</i>	51
<i>Ilustración 52 Vol de Terre. Quito- Ecuador. Maurice Montero. (Maurice Montero, 2016)</i>	53
<i>Ilustración 53 Ciclovuelo. Quito- Ecuador. Maurice Montero. (op. cit.)</i>	54
<i>Ilustración 54 Sulky II. Quito- Ecuador. Maurice Montero</i>	54
<i>Ilustración 55 Field of Turning Solar Sunflowers. Alexandre Dang.</i> <i>http://www.blog.artesostenible.org/2012/06/campo-de-girasoles-solares/</i>	55
<i>Ilustración 56 In cloud light. Anthony Howe</i>	56
<i>Ilustración 57 Strandbeest. Theo Jansen. http://www.strandbeest.es/strandbeest/theo-jansen/laboratorio-de-viento/</i>	57
<i>Ilustración 58 Storing the wind. Theo Jansen</i>	58
<i>Ilustración 59 Animaris Umerus. Theo Jansen.</i> <i>(http://www.revistaenie.clarin.com/arte/Theo_Jansen_CLAIMA20120810_0229_19.jpg)</i>	58
<i>Ilustración 60 Collector Solar. Gorbet desing. (Gorbet design, 2008)</i>	59
<i>Ilustración 61 Solar Paz Escultura. Fred George.</i> <i>(http://pattonttrust.org/media/Bilder/Projekte_chronologisch/projekte_2009/SolarPeaceSculpture-SPS_unispot1-8119-5.jpg)</i>	60
<i>Ilustración 62 Sonumbra. Loop.pH</i>	60
<i>Ilustración 63 Bocetos realizados para la serie “La Casa de la Loca”</i>	64
<i>Ilustración 64 Recepción”- La casa de la loca</i>	66
<i>Ilustración 65 “El jardín de la cordura”</i>	66
<i>Ilustración 66 “ Huerto de las ideas rotas”</i>	67
<i>Ilustración 67 “Gimnasio de la casa de la loca”</i>	67
<i>Ilustración 68 “ La loca de los gatos”</i>	68
<i>Ilustración 69 “Habitación de vuelo”</i>	68
<i>Ilustración 70 “ ¡Escapaste de tu jaula pecesito...! Si abres la boca nos robarán la voz”</i>	69
<i>Ilustración 71 “Próximos habitantes”</i>	69
<i>Ilustración 72 Boceto para escultura cinética "Gato come peces"</i>	70
<i>Ilustración 73 Boceto para escultura cinética. “Ciclistas acuáticos.”</i>	71
<i>Ilustración 74 Boceto para escultura cinética. "Atrapando luz"</i>	71
<i>Ilustración 75 Materiales</i>	73
<i>Ilustración 76 Primeras experimentaciones</i>	74
<i>Ilustración 77 Experimentaciones previas</i>	74
<i>Ilustración 78 Dibujo sobre plancha de impresión</i>	75
<i>Ilustración 79 S.T</i>	75
<i>Ilustración 80 S.T</i>	76
<i>Ilustración 81 Peces-rueda</i>	76

<i>Ilustración 82 Gato repujado en metal.</i>	77
<i>Ilustración 83 S.T.</i>	78
<i>Ilustración 84 S.T.</i>	78
<i>Ilustración 85 Articulación de piezas y colocación de los mecanismos.</i>	79
<i>Ilustración 86 Mecanismo del cubo de basura. (Mora , 1998).</i>	79
<i>Ilustración 87 Pieza base de la escultura.</i>	80
<i>Ilustración 88 S.T.</i>	80
<i>Ilustración 89 Piezas pequeñas.</i>	81
<i>Ilustración 90 Resina.</i>	81
<i>Ilustración 91 Colocación de la resina en la base.</i>	82
<i>Ilustración 92 Base de la rueda de los peces.</i>	82
<i>Ilustración 93 Soporte de eje de la rueda.</i>	83
<i>Ilustración 94 Rueda y aspas.</i>	83
<i>Ilustración 95 Rueda de los peces y soporte.</i>	84
<i>Ilustración 96 Esquema de movimiento de la maqueta.</i>	84
<i>Ilustración 97 Maqueta final "Gato come peces"</i>	85

RESUMEN

El trabajo de titulación plantea una propuesta de escultura cinética cuyo principal condicionante es que el movimiento sea generado a partir de energías limpias. Como se proyecta que sea un conjunto escultórico ubicado en espacios exteriores, por ahora se resuelven sus mecanismos mediante una maqueta.

Para lograr éste propósito se investigan antecedentes históricos sobre escultura cinética y mecanismos que permitan el movimiento en ciertas partes de la composición, haciendo uso de elementos de la naturaleza tales como: aire, agua, luz solar y fuerza humana. Se aspira que los conjuntos escultóricos utilicen eficientemente estos recursos, como por ejemplo corrientes naturales de agua para generar energía hidráulica, o el uso de la energía solar para que estas esculturas a escala real cumplan además con la función de alumbrado exterior.

Por otra parte, utilizando recursos expresivos como la fantasía y movimiento, comunicar una visión de la vida en constante cambio, e invitar al espectador a dinamizar la experiencia cotidiana.

Palabras claves: escultura cinética, autómatas, movimiento, fantasía, energías limpias.

ABSTRACT

The work of degree raises a proposal of kinetic sculpture whose main determining is that the move be generated from clean energy. As is projected that be a sculptural set located in outdoor space, for now are solved its mechanism through a model

In order to achieve this goal we investigate any historical antecedent about kinetic sculptures and mechanisms that allow motion on certain parts of a composition by using natural resources such as water, solar light, and human strength. We aspire that the sculptural sets work properly with these resources, for instance, natural watercourses to generate hydraulic energy, or by using the solar energy in order that these full-scale sculptures perform the function of outdoor lightning

For another way, using expressive resources as the fantasy and move, communicate a vision of the life in ever-changing, and invite the spectator to energize the daily experience.

Keywords: kinetic sculpture, automaton, movement, fantasy, clean energy

INTRODUCCIÓN

La fecundidad de la materia es ilimitada, posee una fuerza vital inagotable, y, al mismo tiempo, un poder de seducción que nos lleva a moldearla. En el corazón oscuro y recóndito de la materia se esbozan sonrisas indefinidas, se crean tensiones y se concentran las formas larvarias. La materia late ante las posibilidades interminables que la atraviesan como vagarosos estremecimientos. (Schulz, 2011, p.24)

El Proyecto de Titulación plantea una vinculación entre el empleo de energías limpias y el arte cinético; más concretamente en el campo de la escultura cinética.

Primeramente se pretende una aproximación al concepto integral de movimiento, revisando históricamente el origen de los primeros autómatas y marionetas.

Se explora también como ha sido abordado el tema del movimiento a lo largo de la Edad Media y Renacimiento, las máquinas de Leonardo da Vinci, los mecanismos de Juanelo Turriano, René Descartes y otros personajes que se han destacado por sus inventos y artilugios en este periodo y en la época del esplendor (S.XVIII), que resulta un lapso trascendental de la historia puesto que se consiguen importantes avances en materia de relojería y de autómatas en sí; también en China y Japón en los siglos XVIII y XIX los autómatas consiguen un alto grado de importancia y complejidad (Carletti, 2013).

Todo este recorrido histórico se realiza con el propósito de trazar un camino coherente hasta llegar a principios de siglo XX, que es cuando se crea un nexo entre mecánica, ciencia, tecnología y arte, con el surgimiento del arte cinético, corriente artística basada en la “estética del movimiento” (STGO Estudio, 2012) representada principalmente en el campo de la escultura.

En este apartado se analizará cuáles fueron las diferentes motivaciones y puntos de vista que llevaron a los artistas cinéticos a expresarse con estos recursos.

Todos estos trabajos antes mencionados y otros más, presentes sobretudo en el arte latinoamericano serán abordados a mayor detalle, así como profundizar además en artistas que hagan escultura cinética a nivel nacional, tal es el caso del artista franco- ecuatoriano Maurice Montero.

En definitiva a través de este proyecto se aspira ahondar en el tema de la escultura cinética en la historia, pues se es consciente que muchos artistas del pasado han investigado y logrado asombrosas propuestas con el recurso del movimiento. Pero en este caso se procura descubrir mecanismos que permitan el movimiento de ciertas partes de las estructuras a partir de elementos de la naturaleza tales como aire, agua y fuerza humana, considerando estas en su conjunto como energías limpias.

Finalmente involucrarse en la esencia del movimiento, como una visión de la vida en constante cambio, con ciertas implicaciones expresivas que obedecerían a un trabajo previo denominado 'La casa de la loca'. Pues los supuestos huéspedes de dicha casa saldrían a exteriores manifestándose en forma de escultura, donde la fantasía sería la característica de la propuesta personal.

OBJETIVOS

General

- Desarrollar una obra de escultura cinética en la cual el movimiento sea generado a partir de energías limpias como agua, aire, luz solar e intervención humana y que proporcione al espectador un disfrute estético mediante la fantasía y movimiento.

Específicos

- Comprensión de ingenios, artefactos y mecanismos para tomarlos como referentes.
- Aprovechamiento de energías naturales para aplicarlas en la escultura.
- Realizar una maqueta escultórica que funcione mediante intervención humana.

CAPÍTULO I

ESCULTURA Y MOVIMIENTO

1.1 Generación de Movimiento

Al parecer los seres humanos se han visto atraídos por generar movimiento en la materia inerte desde quizá los primeros orígenes de la existencia humana, ya sea por: fines de entretenimiento, inspirar sorpresa o asombro. Por fines prácticos como el hecho de crear artefactos que facilitaran tareas cotidianas; en otros casos para infundir temor, intimidación, o por fines científicos como es el caso de las primeras experimentaciones en mecanismos de relojería, y que con el tiempo ha devenido en los actuales avances tecnológicos de máquinas y robótica.

A continuación se va analizar cronológicamente los registros de los ingenios en los que el ser humano ha vertido sus habilidades desde la antigüedad con el estudio de las primeras marionetas, y luego con todo ese conjunto de mecanismos a lo que se ha denominado: “autómatas”.

Por otra parte se estima importante en el presente capítulo explicar a detalle el funcionamiento de ciertos sistemas, mecanismos y artilugios para comprender de qué manera los primeros experimentos surtieron efecto como producto de la curiosidad humana. Son además estos primeros experimentos los que constituyen la base para el desarrollo del proyecto de fin de titulación, pues desde un punto de vista artístico serían un antecedente a considerar como esculturas dotadas de movimiento.

1.1.1 Marionetas.

En China, en el año 1000 a.C. Las marionetas eran presentadas para espectáculos de la corte, más que un mero acto de distracción se trataba de un arte mágico y que incluso dichas marionetas podían encarnar un espíritu del bien o del mal (Clausell, 2008).

Se considera que el teatro de marionetas occidental pudo haber tenido sus orígenes en la civilización egipcia, pues entre los primeros títeres figuran los encontrados en la tumba de Jelmis, una bailarina egipcia, se trataba de “varias figuritas articuladas” que podían moverse con hilos (El verde gabán, 2014).

Se sabe que en Grecia y Roma también tuvieron gran notoriedad los títeres de hilo.



Ilustración 1 Títere romano. Museo Arqueológico de Tarragona.

Fuente: *(El verde gabán, 2014)*

1.1.2 Primeros Automatas.

Según la Real Academia de la Lengua, la palabra *automata* proviene del (Del lat. *automāta*, t. f. de *-tus*, y este del gr. *αὐτόματος*, espontáneo).

“1. m. Instrumento o aparato que encierra dentro de sí el mecanismo que le imprime determinados movimientos./ 2. m. Máquina que imita la figura y los movimientos de un ser animado” (the free dictionary, s.f.).

Es así que los *automatas* han sido diseñados a lo largo de la historia para despertar a través de sus movimientos interés o asombro en los espectadores dejándose llevar por su aspecto visualmente mágico, y en otros casos con fines más prácticos. Algunos *automatas* imitan la apariencia y atributos cinéticos de personas, animales, criaturas o fenómenos naturales. (The Editors of *Encyclopedia Britannica*, 2013). A veces se trata de toda una escena de personajes *automatas* en el que sus movimientos y elementos responden al imaginario de sus respectivos autores.

A continuación se citará lo conseguido en materia de *automatas* de acuerdo a como han venido sucediéndose históricamente:

- [1500 a.C] Colosos de Memnón. Francisco López en su página web “La tierra de los faraones” relata que estos colosos forman parte de la entrada al templo funerario del Amenhotep III, miden 18m de altura. Una de las figuras emitía sonidos cuando al amanecer era iluminada por los rayos del sol. (Área de Ingeniería de Sistemas y Automática, s.f.).



Ilustración 2 Colosos de Memnón.

Fuente: (López, 2014)

Pues la característica del coloso de la derecha o “coloso parlante” según López dio lugar a una leyenda que decía que: “este coloso era la imagen del mítico guerrero Memnón, hijo de la Aurora, muerto en un enfrentamiento con Aquiles, y cada mañana saludaba con un gemido la aparición de su madre por el horizonte” (López, 2014).

La explicación racional a este fenómeno según Luis Ruiz en su crónica sobre la estatua de Memmon, es que en el año 27 a.C ocurre un terremoto que provoca una fisura en la estatua y al aumentar la temperatura y humedad al calentarse la piedra con los primeros rayos del sol se podía oír un escalofriante chirrido que salía por la estatua.

Más adelante éste autor cita un fenómeno parecido descubierto por Alejandro Humboldt (1769), dicho explorador en su viaje por América habría encontrado rocas que producían sonidos semejantes a través de sus hendiduras al momento de salir el sol (Ruiz, 2014).

Cabe aclarar que si bien la particularidad de éste autómata no responde a una intención de diseño, es considerado por varias fuentes como el registro del primer autómata en la historia.

- En el diccionario de los descubrimientos científicos (de Galiana, 1970) se menciona la existencia de una representación del dios Anubis, una cabeza en forma de chacal de la que su mandíbula inferior articulaba “oráculos y predicciones” en las ceremonias religiosas egipcias.
- [500 a.C] King-su Tse, en China, inventa una urraca voladora de madera y bambú y un caballo de madera que saltaba (Área de Ingeniería de Sistemas y Automática, s.f.).
- [400 a.C] Arquitas de Tarento es considerado el padre de la ingeniería mecánica y es el inventor del tornillo y la polea. Elaboró un pichón de madera que estaba suspendido sobre un eje y rotaba gracias a un surtidor de agua o vapor, de manera que simulaba vuelo.

- [Siglo III a.C] Otros de los autómatas observados en China fueron los construidos durante la dinastía Han, se trataba de una orquesta mecánica de muñecos que se movían independientemente (Sánchez, 2004).
- [300 a.C] Ctesibio, fue uno de los inventores griegos que utilizaron la fuerza del agua como recurso, es considerado el padre de la hidrostática. A Ctesibio se le atribuye el perfeccionamiento de la clepsidra (de origen egipcio) o reloj de agua (Falcón, 2012).

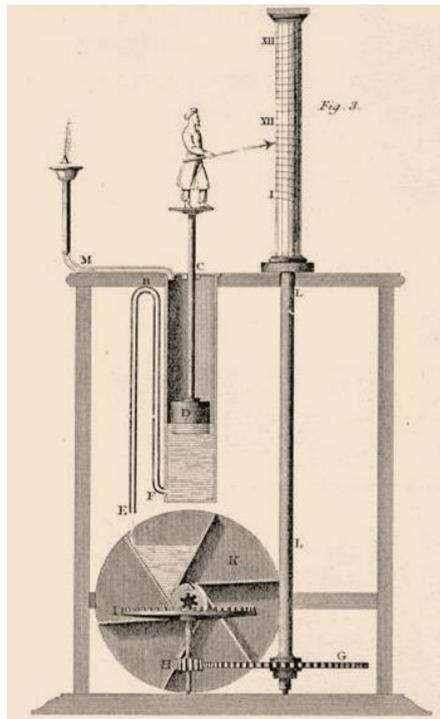


Ilustración 3 Reloj hidráulico Ctesibio.

Fuente: (Gómez, 2010)

El funcionamiento de éste reloj de agua se desarrollará a continuación:

Mediante el tubo M ingresa un flujo constante de agua y cae en el depósito principal, en donde flota un cuerpo, C, que marca las horas con una lanza sobre un cilindro graduado. Dividido en 12 horas para el día y 12 horas para la noche, la importancia de esta división de las horas es que se podían ajustar para el verano y para el invierno, pues se conocía que en el verano las horas del día duraban más, y en las noches tenían una menor duración. Lo contrario ocurría en el invierno.

Otra cosa importante en este reloj es que se regula solo, cada vez que cae el agua sobre la rueda a través del conducto F-B-E hasta llenar cada compartimiento de la rueda, ésta gira un paso y mueve los engranajes que a su vez hacen que el cilindro L gire un ángulo pequeño de manera que el cilindro de una vuelta entera al culminar el año (Gómez, 2010).

Ctesibio también construyó instrumentos como el órgano hidráulico (hydraulis), predecesor del órgano de iglesia moderna. El sonido que emitía éste consistía en la circulación de aire a través de los diversos tubos (González, 2011).

Susana Falcón hace un análisis más extenso a cerca de este instrumento, explica que es el instrumento más antiguo de origen mecánico y además polifónico, compuesto de varios elementos como tubos sonoros, lengüetas y receptáculos para almacenar el aire; disponía de una bomba o fuelle y el teclado para dirigir el viento a los tubos.

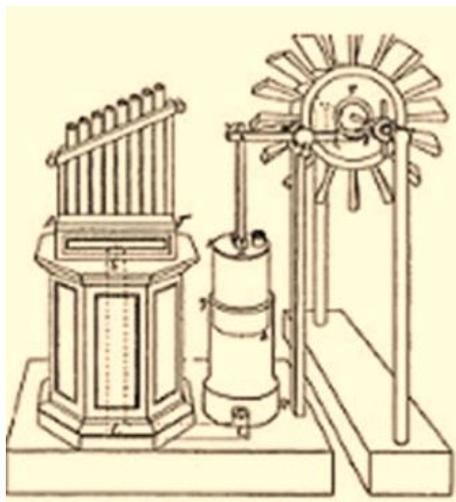


Ilustración 4 Hydraulis Ctesibio.
Fuente: (Parque Bezares, s.f.)

- [287-212 a.C] Arquímedes es el inventor de muchos mecanismos que protegieron a su ciudad en tiempos de guerra, sin embargo se tomarán en cuenta sólo algunos de sus más esenciales descubrimientos, como es el caso de la rueda dentada, la palanca, las poleas compuestas que permitían multiplicar la fuerza aplicada por medio de cuerdas (Gómez, 2010).

El tornillo de Arquímedes o tornillo sinfín es una ingeniosa máquina utilizada en un principio para sacar agua y elevarla a ciertas zonas donde el agua no podía llegar debido a una pendiente. Se compone de un tornillo que se hace girar dentro de un cilindro hueco sobre un plano inclinado, al girar el mecanismo mediante una manivela, el cuerpo o fluido va ascendiendo hasta salir al extremo opuesto (Cordero, 2013).

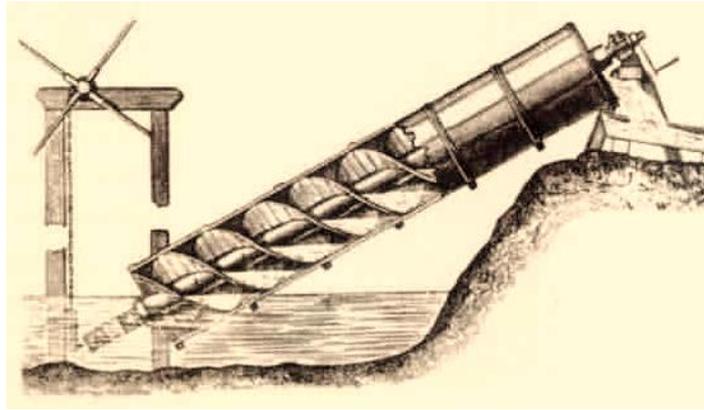


Ilustración 5 Tornillo de Arquímedes.

Fuente: (Falcón, 2012)

- [280 a. c.] Filón de Bizancio, fue el creador de muchas obras matemáticas, mecánicas y máquinas de guerra, y entre sus inventos consta el primer molino de agua y más específicamente de la rueda hidráulica

El más antiguo de los motores hidráulicos es precisamente la rueda hidráulica, su estructura está formada por una serie de palas dispuestas en forma de rueda, con un eje horizontal; de modo que al caer el agua sobre las palas impulsa a éstas con lo que se consigue el movimiento de la rueda (Ortiz, s.f.).

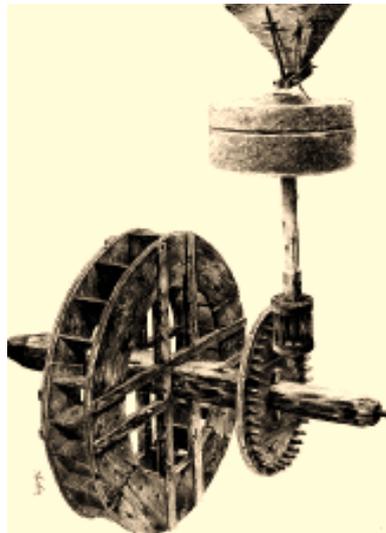


Ilustración 6 Rueda Hidráulica.

Fuente: (op. cit.)

Por otra parte también fue el creador de una camarera automática cuya función era servir vino de la jarra que contenía en una mano cuando se le colocaba un vaso en su otra mano, y además luego vertía agua en el vaso de vino según el gusto del solicitante (Blog Autómatas, 2010).



Ilustración 8 Interior -Camarera automática.

Fuente: (Blog Autómatas, 2010)



Ilustración 7 Camarera automática. Bizancio.

Fuente: (op. cit.)

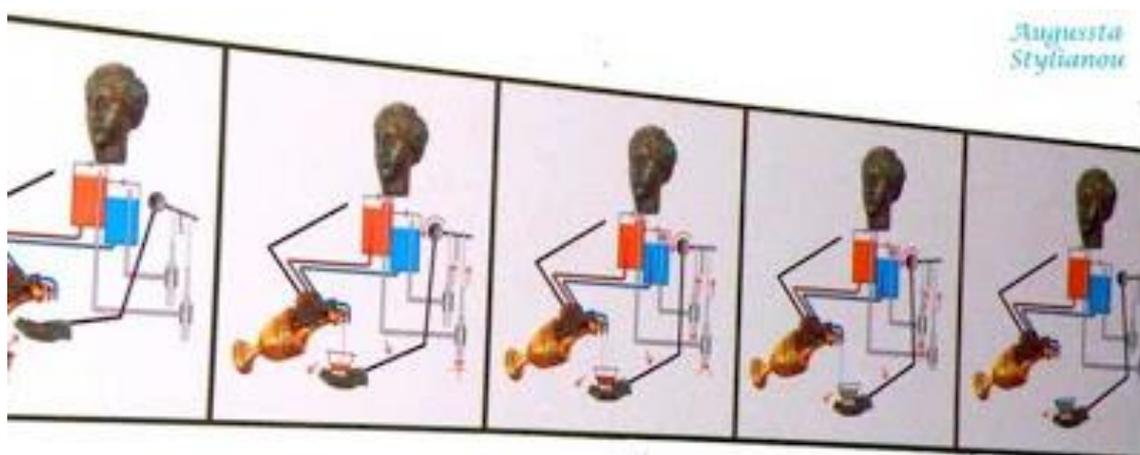


Ilustración 9 Funcionamiento-camarera.

Fuente: (op. cit.)

Para explicar su funcionamiento se dirá que en la parte interna de la camarera había dos contenedores, el uno con vino y el otro con agua, cada contenedor tenía un conducto que se dirigía a través del brazo hasta la jarra; y otro conducto cuyo extremo final era abierto y

conectado a la otra mano donde debería posarse la copa, de manera que al apoyar la copa, la mano cedía por el peso y quedaba abierto el conducto de aire que se dirigía hacia donde se contenía el vino, como el aire ingresado ejercía presión, empujaba el vino por el conducto hacia la jarra. A medida que la copa pesaba más y al ceder la mano, quedaba bloqueado el orificio que permitía el paso del aire, entonces la jarra dejaba de servir el vino, pero quedaba libre el orificio que permitía el paso del aire hacia el contenedor de agua por lo que se empezaba a servir el agua. En caso de no querer que se sirva el agua o se consideraba que ya era suficiente, solamente bastaba con retirar la copa de la mano (Blog Autómatas, 2010).

- [Siglo I a.C] Herón de Alejandría construyó varios dispositivos automáticos por reacción de vapor, órganos hidráulicos, además de puertas que se abrían aparentemente solas. Escribió un libro que contenía sus inventos, al que le dio el nombre de "Autómatas" (de Galiana, 1970). Herón era denominado por sus contemporáneos como 'El Mago' o el "Michanikos", destacaba por sus artilugios en el campo del teatro y la geodésica, lograba que esferas luminosas levitaran, o que dioses bailaran dentro de un altar.

En cuanto al mecanismo que abría y cerraba las puertas del templo, era porque al encender un fuego sobre una columna en la parte exterior de la construcción, éste calentaba el aire de un depósito subterráneo en el que se contenía agua, como aumentaba la presión del aire, ejercía un empuje del agua hacia un recipiente próximo, provocando un peso que movía unos engranajes que finalmente abrían las puertas (Blog Autómatas, 2010).

Se dice también que incluso en ocasiones utilizaba el aire desprendido al enfriarse para crear "sonidos celestiales"

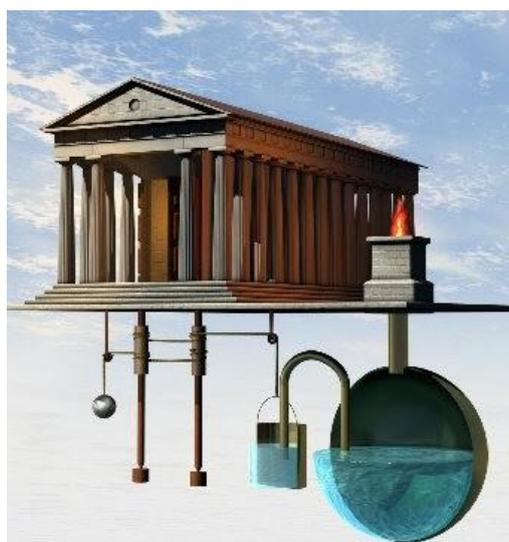


Ilustración 10 Puertas automáticas. Herón.

Fuente: (op. cit.)

Como se supone que Herón era contemporáneo a Cristo, se le ocurrió inventar un artefacto un tanto gracioso, se trataba de unas jarras que transformaban el agua en vino.



Ilustración 11 Jarras que transforman el agua en vino.

Fuente: *(op. cit.)*

La estructura estaba compuesta por dos jarras y para que ocurra “el milagro” había que verter una copa de agua en la primera jarra y salía vino por la otra. El truco se conseguía porque las dos jarras estaban unidas por un conducto oculto en la que transmitía el aire que era empujado por el agua echada en la primera jarra hacia la segunda jarra, vertiendo de esta forma el vino contenido en esta última (Blog Autómatas, 2010).



Ilustración 12 Jarras que transforman el agua en vino.

Fuente: *(op. cit.)*

La Caja Mágica u Oráculo de Herón, era un ingenio muy atractivo para la gente que le interesaba saber acerca de su futuro, de modo que pagaban por saberlo.

Luego de pagar la respectiva entrada hacían una pregunta sencilla al “Dios” cuya respuesta consistía en un SI o un NO. El sacerdote hacía girar la rueda y el pájaro cantaba la respuesta de Dios. Pues el interior del mecanismo estaba constituido por un conjunto de ruedas dentadas, cuerdas y poleas, unidas a un silbato en un depósito de agua que hacían cantar al pájaro cuando giraba la rueda.

Cantar era una respuesta, no hacerlo significaba otra, claro que el sacerdote podría manipular esta contestación según sus intereses, así que soltaba una pieza unida al interior del dispositivo para silenciar el ave, si se requería de una respuesta contraria (Máquina de Herón. Youtube, 2007).

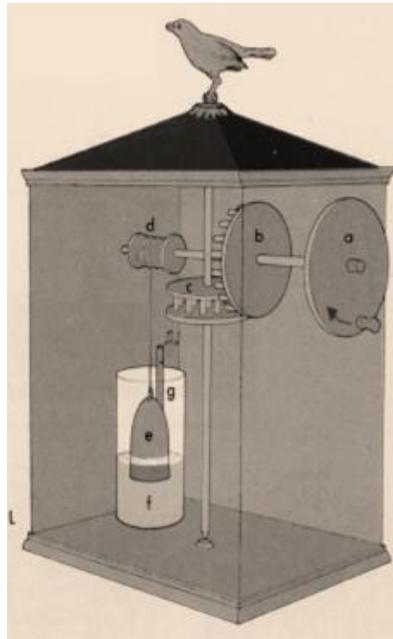


Ilustración 13 Caja Mágica de Herón.

Fuente: (Máquina de Herón. Youtube, 2007)

El siguiente esquema representa una fuente construida por Herón en la que logra que los pajarillos canten, y además que el búho ubicado a la izquierda se gire para mirarlos.

El secreto alojado en esta estructura es que el recipiente por donde fluye el agua esté ubicado en un espacio cerrado, cuando este espacio se empieza a llenar de agua, el aire sale mediante los tubos que constituyen las ramas donde están posados los pajaritos, generando el silbido de éstos. Cuando el agua es suficiente y llega a la altura de F es desalojada por la tubería FG llenando el recipiente Z que con su peso tira de una cuerda y gira el mástil que hace mover la cabeza del búho.

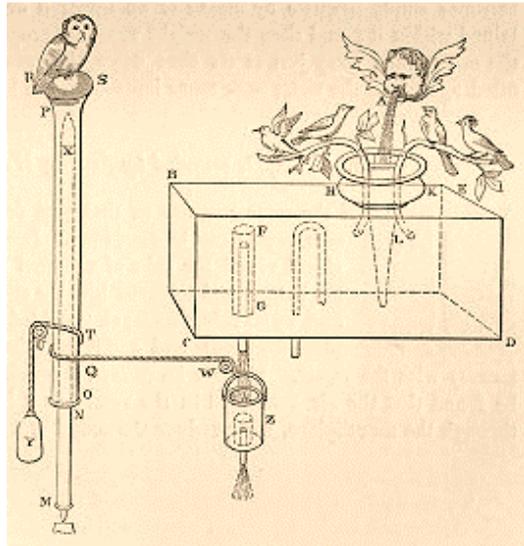


Ilustración 14 Fuente de Herón.

Fuente: (op. cit.)

La construcción de esta fuente consistía en la unión de tres vasijas:

La primera abierta (a) y en los niveles inferiores dos cerradas (b y c).

Para su funcionamiento era necesario poner un poco de agua en la superior, que caía mediante una tubería hacia c empujando el aire de su interior hacia el recipiente b a su vez ese aire comprimido en b hacía salir el agua mediante otro tubo hacia a en forma de chorro, de manera constante (Blog Autómatas, 2010).

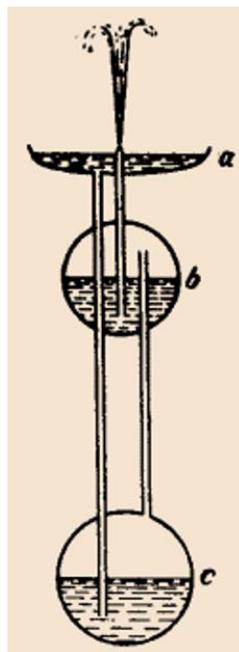


Ilustración 15 Fuente.

Fuente: (op. cit.)

Como conclusión de estos primeros autómatas se puede apreciar que la mayoría de inventos está basado en la utilización de agua para su funcionamiento. Aspecto de especial interés para desarrollo del proyecto de titulación.

1.2 Autómatas Edad Media y Renacimiento

En la Edad Media y Renacimiento se observa disposición por mejorar los mecanismos hidráulicos precedentes como el de los relojes hidráulicos por ejemplo, y además se logra un importante avance en la recreación de movimientos humanos.

Así que empezaremos en la dinastía Sui en el siglo VI d.C. en la que los autómatas se habían generalizado, y un libro se publicó titulado Shuishi Tujing "Libro de las elegancias hidráulicas".

Posteriormente en el período Tang, siglo 10, los autómatas continuaron siendo populares en los círculos imperiales, se dice que existen archivos de aves que vuelan, una nutria y figuras que participan en numerosas actividades que van desde un monje pidiendo a las niñas que cantan (González, 2011).

Los chinos s. VIII d.C. basándose en los relojes hidráulicos griegos, innovaron el diseño mecánico suprimiendo el flotador.

En el año 725 I-hsing monge budista ideó una rueda hidráulica, y en cuyos extremos de las palas adhirió unas tazas que se iban llenando conforme caía agua de una clepsidra, cuando taza se llenaba de agua, el peso de ésta movía 36 grados la rueda y accionaba una varilla que detenía a la siguiente taza hasta ser llenada y así sucesivamente, este ligero desplazamiento accionaba unos engranajes que movían una esfera celeste que contenían la tierra, la luna, se marcaba la salida y puesta de sol e indicaban las lunas nuevas y llenas. El reloj aparte de marcar las horas, anunciaba también los cuartos de hora, mediante un sonido de campanas y tambores (Blog Autómatas, 2010).

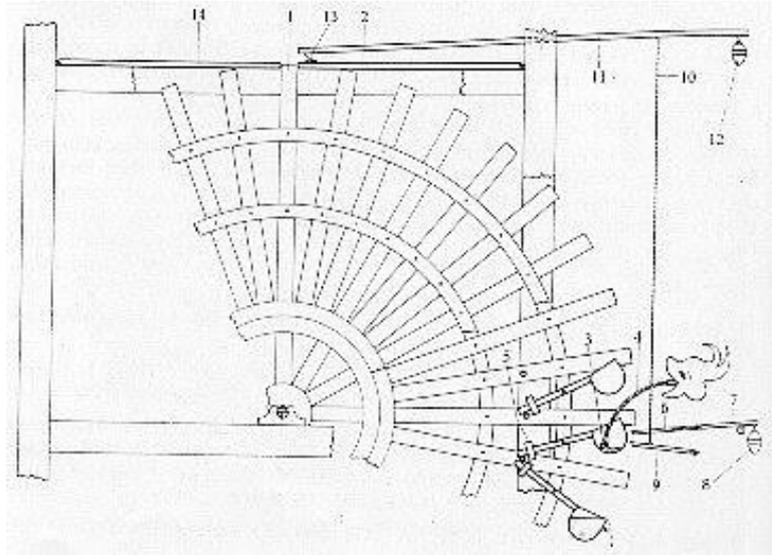


Ilustración 16 Reloj Chino. I-hsing monge.

Fuente: (op. cit.)

Se logra una auténtica mejora en 1092 a manos de Su Sung que hace una torre astronómica de 12 metros de altura, el exterior estaba compuesto por una estructura de pagoda de cinco niveles, cuyas puertas al abrirse dejaban al descubierto pequeñas figuritas que tocaban campanillas o un gong para indicar las horas, o a su vez sostenían tablas que marcaban los momentos del día o fechas importantes.

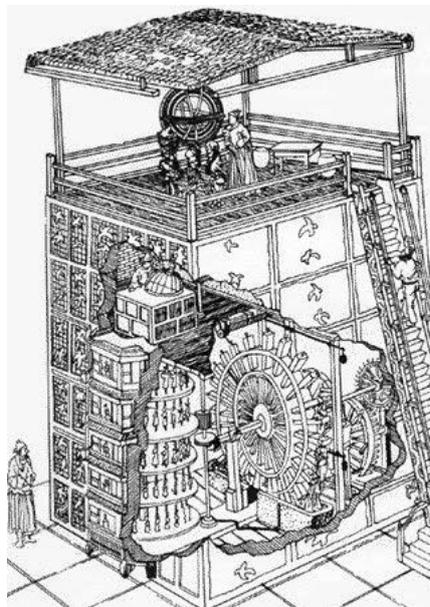


Ilustración 17 Reloj Chino. Su Sung.

Fuente: (op. cit.)

- El año 700 d. C., Huang Kun construye varias figuras animales y humanas que cantan y danzan.
- En el 770 d. C., Yang Wu-Lien construye un mono que alarga las manos y grita “¡Limosna!, guardando su recaudación en una bolsa cuando alcanza un peso determinado.
- El príncipe Kaya construye en el año 840 una muñeca que derrama agua.
- En el 890, Han Chih Ho presentó un gato de madera que cazaba ratas.
- En el año 1050 el príncipe hindú Bhoja escribe el Samarangana-Sutradhara, que incluye comentarios sobre la construcción de yantras, máquinas capaces de actuar por sí solas.
- En el siglo XII Al-Jazari (o Al-Djazari) construyó autómatas musicales impulsados por agua, y fue principalmente constructor de relojes de agua.

Así pues su reloj del elefante operaba de la siguiente manera: Al inclinarse el balancín superior, se deja caer una bola metálica en las fauces de la serpiente, que es a su vez otro balancín, al dejar de estar en equilibrio por el peso de la bola y se inclina por el peso de la bola, tirando de nuevo del cuenco con el agujero para que éste suba y se vacíe de agua. Al mismo tiempo, los engranajes y cadenas unidos a la serpiente hacen que la aguja del reloj se mueva, y el mahout que monta el elefante toca un tambor. Dado que la serpiente sube y vacía el cuenco perforado cada vez, el agua siempre está dentro del elefante: para asegurarse de que el reloj nunca se pare hace falta simplemente tener bolas metálicas en la parte superior para que el balancín las recoja cada media hora (Gómez, 2010).

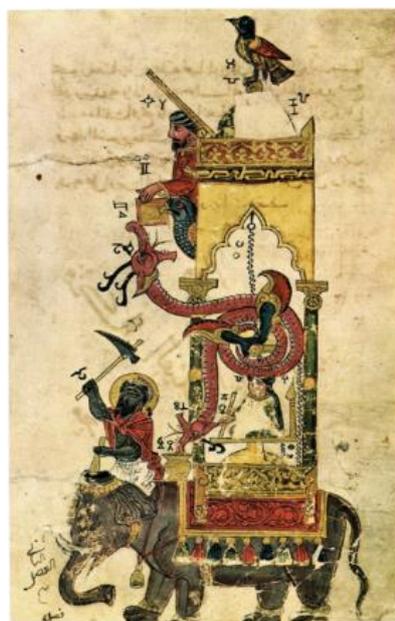


Ilustración 18 Reloj-elefante. Al-Jazari

Fuente: (op. cit.)

Otro artilugio para amenizar las fiestas de la época era un barco con músicos que se colocaba en una piscina o estanque grande: los marineros empezaban a remar y al moverse el barco, comenzaban a tocar instrumentos unos músicos durante 30 minutos (arpa, flauta y tambores). Al cesar la música, el barco se iba a otro punto y comenzaba el concierto de nuevo, repitiéndose el espectáculo hasta quince veces. Todo ello se conseguía simplemente con eje central en la base del barco, que con unas clavijas iba activando determinadas palancas (Blog Autómatas, 2010).



Ilustración 19 Barco con músicos. Al-Jazari.

Fuente: (op. cit.)

De este período se conoce que existieron otros autómatas no suficientemente documentados como el hombre de hierro de Alberto Magno (1204-1282) o la cabeza parlante de Roger Bacon (1214-1294). Y que en el año 1235, Villard d'Honnecourt escribe un libro con bocetos que incluyen secciones de dispositivos mecánicos, como un ángel autómata e indicaciones para la construcción de figuras humanas y animales (Área de Ingeniería de Sistemas y Automática, s.f.).

Otro ejemplo relevante de la época fue el Gallo de Estrasburgo que funcionó desde 1352 hasta 1789. Este es el autómata más antiguo que se conserva en la actualidad, formaba parte del reloj de la catedral de Estrasburgo y al dar las horas movía el pico y las alas (Área de Ingeniería de Sistemas y Automática, s.f.).

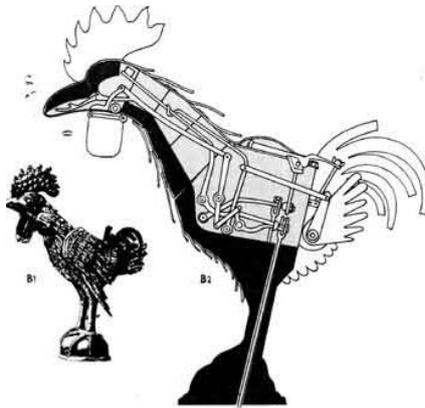


Ilustración 20 Gallo de Estrasburgo.1532.

Fuente: (Área de Ingeniería de Sistemas y Automática, s.f.)

Leonardo da Vinci (1452-1519) entre el enorme legado de Leonardo se encuentra el *Códice Atlántico* que data del siglo XVI, es un volumen de más de mil hojas con estudios técnicos, mecánicos y científicos. Esta serie de dibujos están realizados de manera meticulosa y existen entre estas hojas estudios de hidrotecnia [Fig.21] en los que proyecta mecanismos para subir el agua de un nivel a otro por ejemplo; Hay dibujos en los que trata la transformación de fuerzas y movimiento [Fig.22] donde la tensión de un mecanismo de resorte debe transformarse en un movimiento regular gracias al engranaje representado. Gran parte de esta serie está dedicada a la transmisión de fuerzas a través de ruedas dentadas [Fig.23]. (Nathan, 2006).



Ilustración 21 Resorte templado con rueda escalonada. Anterior a 1493-1497.

Fuente: (Zöllner , 2006)

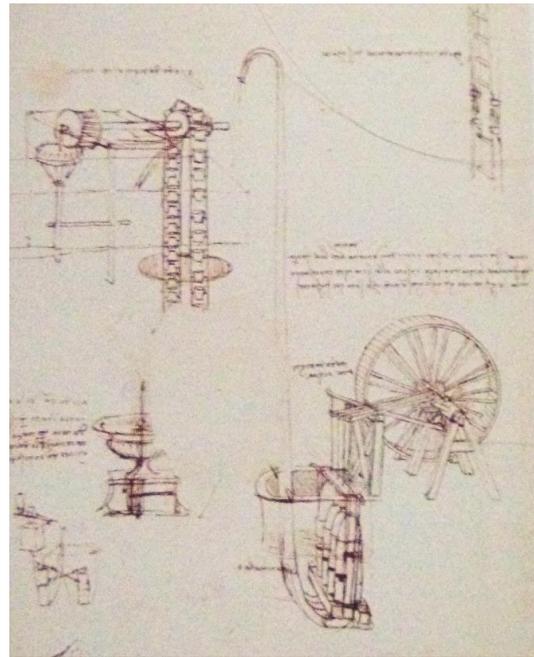


Ilustración 22 Estudios de hidrotecnia. Anterior a 1483. Fuente: (op. cit.)

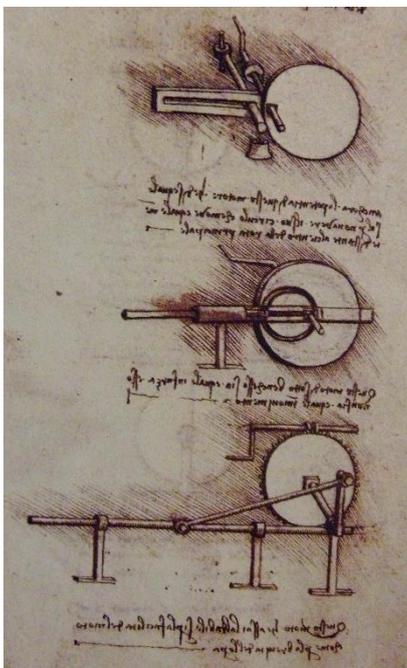


Ilustración 23 Accionamiento de un movimiento de fuerza desigual. 1493-1497.

Fuente: (Zöllner , 2006)

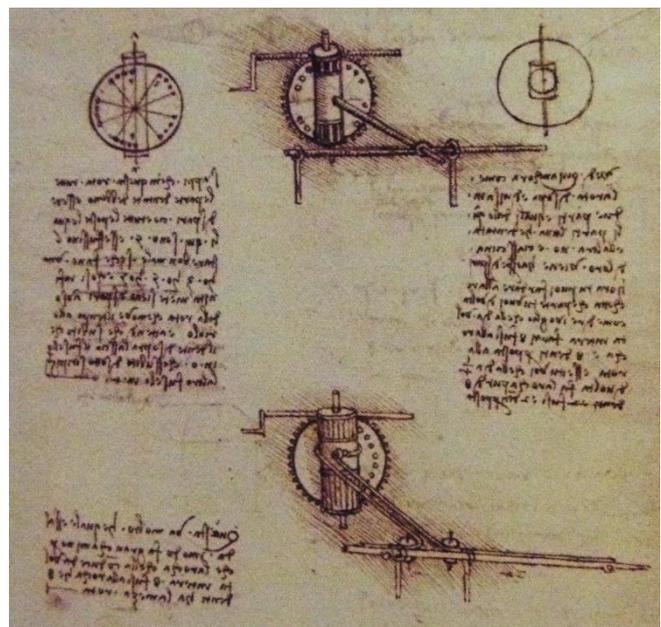


Ilustración 24 Mecanismo para transmisión de fuerza mediante ruedas dentadas y manivelas. 1493-1497. Fuente: (op. cit.)

Se ha encontrado por otra parte que da Vinci habría realizado el diseño de por lo menos dos autómatas, uno de ellos con forma humana [Fig.25], vestido con armadura medieval. El autómata ha sido reconstruido recientemente con base en estos diseños, accionado mediante un conjunto de poleas, cables y engranajes que possibilitaban el movimiento de extremidades, mandíbula, girar la cabeza y sentarse (Parra, Xatakaciencia, 2014).



Ilustración 25 Reconstrucción de robot diseñado por Leonardo da Vinci.
Fuente: (Parra , Xatakaciencia, 2014)

El segundo autómata del que se tiene constancia, se trata de un león mecánico construido a petición de Francis I, Rey de Francia (1515). Da Vinci mediante dibujos explica la ejecución del proyecto con las que Boaretto Renato experto en autómatas mecánicos realiza la reconstrucción de dicho artilugio, el mecanismo al igual que la cuerda de un reloj se carga manualmente, el león camina, mueve la cabeza y cola, abre su boca y finalmente vierte flores desde un compartimento secreto (Rei, s.f.).



Ilustración 26 Réplica a tamaño real del león autómata de Leonardo. 2009.
Fuente: (Rei, s.f.)

Juanelo Turriano [siglo XVI] trabajaría como relojero en la corte a órdenes del rey Carlos V en España, entre varios inventos destacan el llamado artilugio de Juanelo que consistía en una obra de ingeniería ideado para llevar agua del río Tajo a la ciudad de Toledo situada a 100 metros de altura del río (Benavente, 2014).

En cuanto a autómatas se refiere, a Juanelo Turriano se le atribuye la creación de un monje robótico (1560) que representaba a un monje franciscano, está provisto de mecanismos de relojería ocultos bajo su manto, mide 38cm de altura y puede caminar en varias direcciones, golpearse el pecho, levantar su cruz y el hacer el gesto de rezar en silencio. Se dice que aún en la actualidad funciona correctamente y se encuentra en el Smithsonian National Museum (Carletti, 2013).

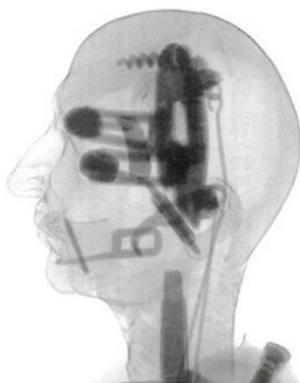


Ilustración 27 Mecanismo interno monje robótico. Juanelo Turriano 1560.

Fuente: (op. cit.)



Ilustración 28 El monje robótico. Juanelo Turriano. 1560.

Fuente: (Carletti, 2013)

René Descartes (1596-1650). A este famoso filósofo y científico se le atribuye la creación de una niña autómatas. Como antecedente está la realización de *El tratado del hombre* en el que comparaba el funcionamiento del organismo humano con las máquinas de aquel entonces, el tratado decía: “Estos hombres de los que hablo estarán compuestos por un alma y un cuerpo. Es necesario que, en primer lugar, describa su cuerpo aparte y, en segundo lugar, su alma también aparte; finalmente, debo mostrar cómo estas dos naturalezas deben ser ajustadas y unidas para formar hombres semejantes a nosotros ” (Albarrán, 2015).

1.3 Autómatas Siglos XVIII - XIX

En el siglo XVIII existe ya un importante avance en cuanto a relojería se refiere por lo que los autómatas de esta época fueron en su mayoría realizados por el gremio de relojeros, es una época en la que se intenta reproducir lo más fielmente posible los movimientos de los seres vivos (Área de Ingeniería de Sistemas y Automática, s.f.).

Jacques de Vaucanson había realizado primeramente un autómata de madera, del tamaño de un ser humano, con la capacidad de tocar la flauta. Para lograr dicha capacidad era necesario un importante estudio anatómico y de mecanismos que funcionasen a manera de pulmones. Se inspiraría en Descartes que decía que las distintas funciones del cuerpo "...a la manera de un reloj de pared, el cuerpo dispone en su interior todas las piezas requeridas para lograr que se mueva, coma, respire y, en resumen, imite todas las funciones que nos son propias" (Mayrata, 2014).

Así pues al interesarse por esta vía fisiológica en 1739 creó "El pato con aparato digestivo" [Ilus.29-30] que era capaz de batir las alas, nadar, graznar, comer, beber y defecar luego de haber "digerido". Aunque el hecho de reproducir el proceso digestivo hacía pensar en la posibilidad de lograr otros procesos vitales, la visión de Vaucanson más que por la parte biológica estaba enfocada en lo mecánico, por lo que finalmente dejaría de construir autómatas y sería el autor de un telar aplicado a la industria de la seda (Mayrata, 2014).

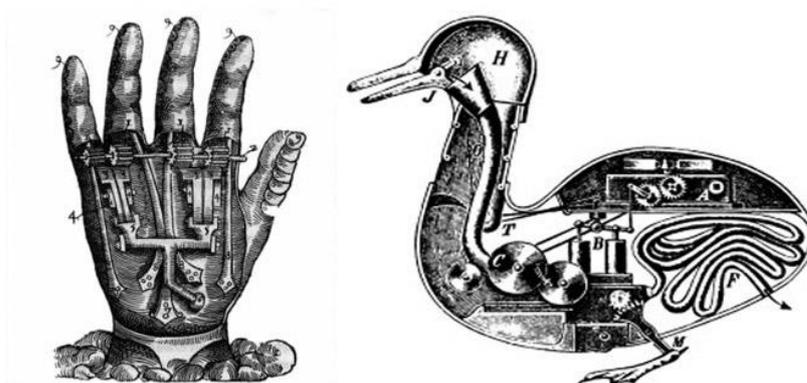


Ilustración 29 "El pato con aparato digestivo". Jacques de Vaucanson. 1739.

Fuente: (Mayrata, 2014)

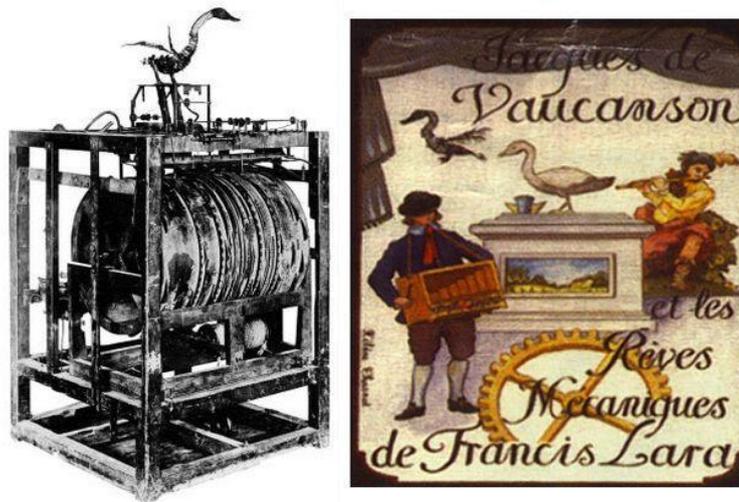


Ilustración 30 “El pato con aparato digestivo”. Jacques de Vaucanson. 1739.

Fuente: (Carletti, 2013)

Pierre Jacquet-Droz, su hijo Henri-Louis y Jean-Frédéric Leschot entre 1768 y 1774 construyeron probablemente los tres autómatas más complejos de la historia.

El primero es: *La pianista*, era una mujer autómatas compuesta por 2.500 piezas, pulsaba las teclas de un órgano produciendo música, al hacerlo dirigía la mirada hacia el piano y hacia los dedos, inclinaba el cuerpo, y al finalizar cada pieza musical hacía una reverencia (Carletti, 2013).



Ilustración 31 La pianista. Jacquet-Droz. el Musée d'Art et d'Histoire de Neuchâtel, Suiza.

Fuente:(op. cit.)

El segundo autómata se trata de *El dibujante* era un niño sentado en un pupitre, realizaba cuatro dibujos distintos, también se movía en su silla y ocasionalmente soplabá para quitarle polvo a su lápiz.

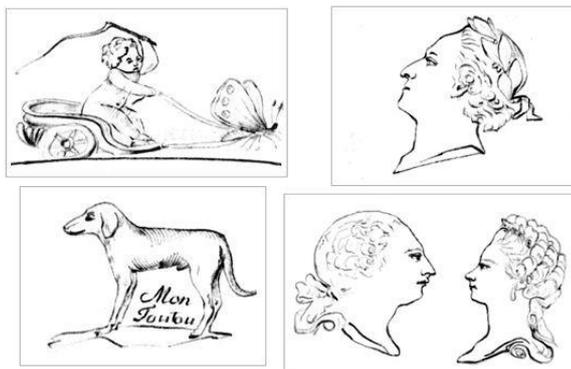


Ilustración 32 El dibujante. Jacquet-Droz. Musée d'Art et d'Histoire de Neuchâtel, Suiza.
Fuente: (op. cit.)

El tercer autómata se considera el más complejo, es *El escritor*, armado por 6.000 piezas aproximadamente, éste tiene la facultad de escribir cualquier texto que no supere 40 letras.

El texto se codifica mediante una rueda de caracteres en donde se puede seleccionar letra por letra. El niño tiene la actitud de quien escribe, es decir moja la pluma en la tinta y escurre lo sobrante para no manchar el papel, su mirada se dirige hacia lo que está haciendo, y respeta los espacios y puntos aparte (Carletti, 2013).



Ilustración 33 El escritor. Jacquet-Droz.

Fuente: (op. cit.)

*Joueuse de Tympanon o La intérprete Dulcimer*¹ es una autómatas construida en 1784 para la reina María Antonieta a cargo de Peter Kintzing y David Roentgen. Se expresa que los temas interpretados fueron escritos por el alemán maestro de música Christoph Willibald Gluck (Carletti, 2013).



Ilustración 34 La intérprete Dulcimer & Kintzing.1784.

Fuente: (op. cit.)

El Tigre de Tipu es un juguete casi de tamaño real de madera, creado para Tipu sultán de la ciudad de Mysore (India). Se trata de una elaborada pieza compuesta por un tigre que ataca a un soldado. El tigre emite gruñidos mientras que el hombre grita, éste sonido se logra porque algunas de las rayas del cuerpo del animal son huecas y puesto a que en el interior de ambas figuras se encuentra una caja de resonancia que mediante una manivela regula el aire que entra por unos fuelles y producen un sonido aflautado. El mecanismo además simula el movimiento del brazo del hombre en actitud defensiva (Celdrán, 2013).



Ilustración 35 El tigre de Tipu. 1790.

Fuente: (op. cit.)

¹ El dulcemele es un instrumento musical consiste en un gran número de cuerdas horizontales extendidas sobre una caja de resonancia plana y con forma rectangular. También se lo llama Dulcimer Las cuerdas pasan sobre puentes que se encuentran acoplados a la caja armónica. Dicha caja se encuentra equipada con cuatro patas. Se cree que es el antecesor del piano, con la única diferencia que no posee tecla alguna, sino que las cuerdas son golpeadas por dos martillos que sostiene el músico. El uno de los primeros instrumentos de cuerda percutida que no posee teclas. (PianoMundo, s.f.)

El siguiente artefacto se denomina El trompetista mecánico, creado en Alemania 1810 por Friedrich Kaufmann, su parte interna estaba compuesta por tubos y un fuelle de cuero para los pulmones con lo que se conseguía imitar el sonido de la trompeta (Carletti, 2013).



Ilustración 36 El trompetista mecánico. 1810.

Fuente: (op. cit.)

En el Japón en los siglos XVIII- XIX también se estarían logrando avances importantes en materia de autómatas, que en este caso son denominados *Karakuris*. Se definen como dispositivos provistos de un mecanismo escondido y que genera sorpresa en el espectador. Los Karakuris se clasifican en tres: Butai karakuri, que son marionetas utilizadas en el teatro. Zashiki karakuri, que son de dimensiones pequeñas y que pueden ejecutarse dentro de una habitación y los Dashi karakuri, que se utilizan en festivales religiosos. Tradicionalmente los karakuri aparecían en festivales y representaban mitos religiosos y leyendas (Carletti, 2013).



Ilustración 37 Zashiki karakuri: autómatas utilizados en los hogares Japoneses para servir el té, hasta el siglo XIX.

Fuente: (op. cit.)

Como consecuencia de toda esta información preliminar de marionetas, artilugios y mecanismos se desea considerar todas las posibilidades para exaltar y producir movimiento en la escultura, por lo que sucesivamente se da paso al estudio de las propuestas artísticas del S.XX y su fascinación por lo cinético.

1.4 Del futurismo italiano al Arte cinético latinoamericano en el siglo XX

El futurismo (1905-1915) movimiento artístico y literario surgido en Italia a principios de siglo XX. Se interesaba por reflejar: movimiento, dinamismo, la velocidad, fuerza interna de las cosas, la exaltación de la guerra, las máquinas, y todo lo que fuese moderno. Se declara anticultural y anti romántico rechazando todo lo que fuese arte tradicional y de academia.

El efecto del movimiento era logrado gracias a vibrantes composiciones de color, el divisionismo, abstracción y desmaterialización de los objetos (tomada del cubismo), intensificación de la acción mediante líneas de fuerza y multiplicación de la posición de los elementos (La belleza de la velocidad, 2011).

El poeta Filippo Tommaso Marinetti era quien había inventado el movimiento y había pensado nombres como por ejemplo: Dinamismo, Electricidad y Futurismo. Lo que señalaba de alguna manera por donde iban sus intereses (Lynton, 1986).

Marinetti se encontraba inmerso en un ambiente de poetas simbolistas franceses, que defendían y divulgaban ideas anarquistas. Es así que en fondo de su poética podrían constar por ejemplo *Les chants modernes*, de Maxime du Camp (1855):

Estamos en el siglo en el que se descubren nuevos mundos y nuevos planetas, en que se ha descubierto la aplicación del vapor, la electricidad, el gas, el cloroformo, la hélice, la fotografía, la galvanoplastia y otras mil cosas admirables que permiten al hombre vivir veinte veces mejor que en el pasado[...]. Que el arte literario olvide los tópicos de las cosas muertas y que viva con su tiempo. (de Micheli, 1979, p.198)

El futurismo contaba con artistas como Russolo, Carrá, Balla, Severni o Boccioni. Se dice de éste último era sin duda el artista más dotado e imaginativo, y en 1910 había publicado el *Manifiesto técnico de la pintura futurista* que decía:

Todo cambia, todo se mueve, todo gira rápidamente. Una figura nunca se queda quieta delante de nosotros, sino que aparece y desaparece incesantemente. Por medio de la persistencia de las imágenes en la retina, las cosas que están en movimiento se multiplican y resultan

distorsionadas, sucediéndose unas a otras como vibraciones en el espacio a través del cual pasan [...]. Queremos volver a entrar dentro de la vida. Que la ciencia de hoy repudie su pasado está en concordancia con las necesidades intelectuales de nuestro tiempo. (Lynton, 1986, p. 84)

Así pues Boccioni en obras como la escena nocturna de Fuerzas de una calle parece expresar adecuadamente el espíritu futurista: metrópolis, luz, energía, movimiento y ruidos mecánicos. En 1912 indignado con la escultura “greco-milangelesca” escribe su Manifiesto de la escultura futurista en la que anuncia:

Deshagámonos de todas ellas, y proclamemos la SUPRESIÓN ABSOLUTA Y DEFINITIVA DE LA LÍNEA FINITA Y DE LA ESTATUA DE FORMA CERRADA. ABRAMOS AL CUERPO EN CANAL, INCORPORÁNDOLE LO QUE LE RODEA [...] De esa forma pueden los planos transparentes de cristal, de láminas de metal, los cables y la iluminación exterior e interior indicar los planos, las direcciones, los tonos y los semitonos de una nueva realidad. (Lynton, 1986, p.88)

Sugiere que se incorporen a la escultura materiales como: cristal, madera, cartón, hierro, cemento, crines de caballo, cuero, tela, espejo, luz eléctrica, e incluso la utilización de motores para que las esculturas se muevan realmente.

El inicio de la Primera Guerra Mundial habría significado el fin del futurismo y los artistas que quedaban de este movimiento volverían a estilos y actitudes más tradicionales. Sin embargo la influencia del futurismo fue importante y duradera. Como ecos del futurismo se tiene la consolidación del cubismo, el vorticismos en Londres, algunas formas de expresionismo en Alemania (Lynton, 1986). Y en Rusia, a finales de la Primera Guerra Mundial es concebida por primera vez la idea de arte cinético (Barrett, 1986).

Cyril Barrett autor del capítulo “arte cinético” del libro “Conceptos de arte moderno” define: “Arte cinético significa arte que conlleva movimiento. (La palabra viene del griego, kinesis, movimiento, kineticos, móvil)”. Aclara que al artista cinético no le preocupa representar el movimiento: lo que le importa- dice- es el movimiento mismo; el movimiento como parte integral de su obra. Menciona que ni todas las obras que se mueven se consideran *cinéticas*, ni todas las obras *cinéticas* se mueven. Según el autor la obra cinética además de moverse “debe producir un tipo particular de efecto” estos efectos pueden producirse por ejemplo mediante movimientos del espectador frente a la obra, por manipulación de la obra por parte del espectador o como en el caso del Op art en que ni el espectador ni la obra se mueven

pero el efecto es cinético. Aunque sobre esto último recalca que es un tema de controversia, no se sabe si incluir el Op art dentro del arte cinético puesto que no representa movimiento alguno y solamente da la impresión de moverse, mientras que en el arte cinético “tiene lugar algún movimiento real”. O dicho de otro modo: Los artistas del Op art logran impresión del movimiento a través de la ilusión, y resulta que los artistas cinéticos logran la ilusión mediante el movimiento.

Por agosto de 1920 los artistas Tatlin, Rodchenko, Gabo y Pevsner se encontraban trabajando en el Manifiesto realista y criticaban las deficiencias que tuvo el futurismo con respecto al movimiento, asimismo condenaban al arte del pasado y pregonaban un nuevo arte dinámico, el arte de los “*ritmos cinéticos*”.

Repudiamos el milenario error egipcio en el arte, que consideraba a los ritmos estáticos como los únicos elementos del arte pictórico. Afirmamos un nuevo elemento en el arte pictórico, los ritmos cinéticos, como las formas básicas de nuestro modo de sentir el tiempo real. (Barrett, 1986, p.177)

Y Gabo treinta años más tarde ampliaba la declaración para el campo de la escultura:

La escultura constructiva no solamente es tridimensional, es tetradimensional, en la medida en que podemos introducir el elemento del tiempo en ella. Cuando digo tiempo, quiero decir movimiento, ritmo: tanto el movimiento real como el aparente, al que se percibe mediante el flujo de líneas y formas en la escultura y la pintura. En mi opinión, el ritmo en una obra de arte es tan importante como el espacio, la escultura y la imagen. (Barrett, 1986, pág.177)

El autor del capítulo de arte cinético sostiene que la intención de Gabo y Pevsner no era la de sustituir la escultura tradicional por una especie de ballet mecánico, es decir no renunciaron a la construcción en el espacio, pero si renunciaron a la masa; Pues bien, la manera de construir volumen sin masa, era perfilando mediante superficies planas o un enrejado de alambre, como lo hicieron en sus “construcciones”. Sin embargo el resultado fue estático, pero ópticamente se transmitía una sensación de movimiento debido a la torsión de las superficies y tensión de los alambres. Por lo que Georges Rickley se había referido a ellas como: “celebraciones estáticas de sucesos cinéticos.” (Barrett, 1986, pág. 178)

La primera obra de Gabo en crear una forma en el espacio mediante el movimiento fue la Construcción cinética (1920). Constaba de una varilla metálica que al vibrar formaba una sencilla onda en el espacio, la varilla era movida por un motor “Es delgada y translúcida como

un delicado jarrón y etéreo” (Barrett, 1986). Aunque parece ser que Gabo no terminó satisfecho con el motor eléctrico como fuente de energía

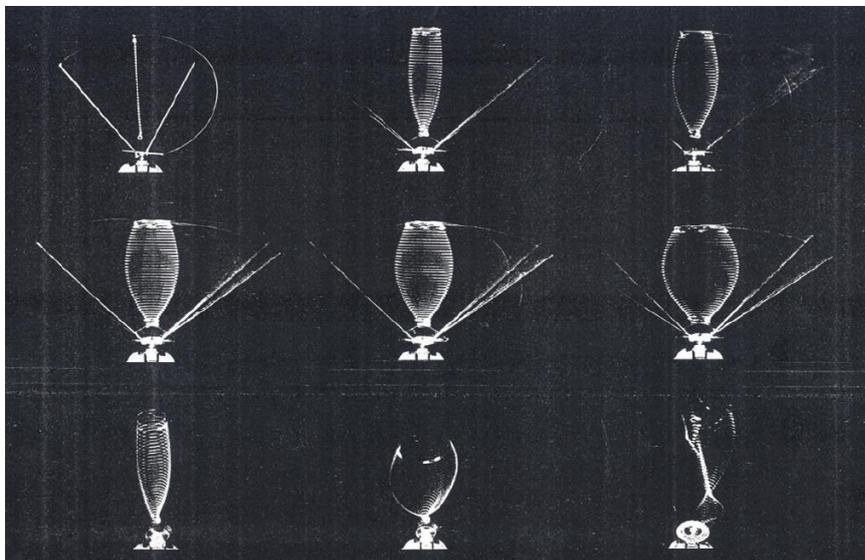


Ilustración 38 Construcción cinética. Secuencia fotográfica de la pieza en movimiento, Gabo. 1965.

Fuente: (Juan Navarro Baldeweg)

Una década más tarde se produce una obra importante dentro del arte cinético, se trata de la Máquina de luz o el Modulador luz-espacio de Moholy Nagy, la luz en esta obra es un importante y nuevo elemento escultórico, pues al reflejarse sobre el metal creaba la impresión de solidez, y que al igual que las partes que se movían en la escultura perfilaban y definían zonas en el espacio, la luz incluía el espacio que rodeaba la máquina: “circunda el entorno”.

En el aspecto teórico Moholy Nagy contribuye en un manifiesto publicado junto con Alfred Kemeny en 1922, en dicho manifiesto se habla del efecto del arte cinético en el espectador:

Ante una obra de arte cinético el espectador ya no es un observador pasivo o receptivo: se convierte en un colaborador activo “a través de fuerzas que se desarrollan por sí solas”. En el arte cinético la composición no está dada de una vez por todas. El espectador tiene, por así decirlo, que reagruparla y reconstruirla por sí mismo. (Barrett, 1986, p.178)

Alexander Calder en 1930 empieza a hacer lo que él llamaba móviles, y resuelve el problema de energía motriz de manera admirable, simple y obvia, sirviéndose únicamente del movimiento del aire.

Los móviles constaban de placas metálicas planas, pintadas de colores primarios o en blanco y negro. Las placas estaban suspendidas de varillas y articuladas de forma que puedan moverse libremente. Girando suavemente o a merced de la corriente de aire y componiendo una especie de contrapunto de movimiento.

Calder se refiere a su obra de la siguiente manera:

“Con un accionamiento mecánico se puede controlar la cosa como la coreografía de un ballet”;
“Cada elemento puede moverse, trasladarse u oscilar de un lado a otro y modificar su relación con cada uno de los otros elementos de este universo. De este modo se manifiestan no solo momentos aislados, sino leyes físicas o variaciones, de acuerdo con los acontecimientos de la vida. No extracción, sino abstracción”. (Baal-Teshuva, 2003, p.49)



Ilustración 39 S.T. (Pavo real). Alexander Calder.1941.

Fuente: (Baal-Teshuva, 2003).

Continúa Calder:

“Considero que un artista debería comenzar su trabajo con un gran respeto por sus materiales”;
“Las esculturas deberían parecer ingravidas y estar en condiciones de moverse; las formas esculturales fijas pueden ser planas, pero todas las esculturas deberían estar pintadas; Ya sean divertidas o solemnes, siempre han de alegrar la vista”. (Baal-Teshuva, 2003, p.50)

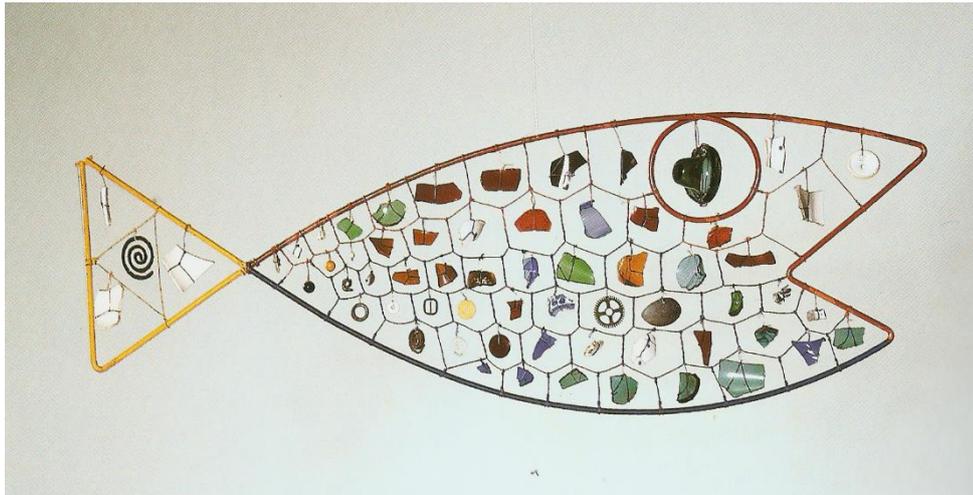


Ilustración 40 Pez. Alexander Calder.1945.

Fuente: *(op. cit.)*

Calder habría sido el único artista relevante trabajando en el arte cinético por mucho tiempo, pero después de la segunda guerra mundial, aproximadamente desde los años 50' se ve un creciente interés por ésta corriente artística (Barrett, 1986).

Para detallar de mejor manera el desarrollo de éste arte, sobre todo en el campo de escultura, se ha de seguir la clasificación proporcionada en el libro "Conceptos de arte moderno": Obras que conllevan movimiento real; Obras estáticas que producen su efecto cinético mediante el movimiento del espectador; Obras que conllevan la proyección de luz; Obras que requieren la participación del espectador.

1.4.1 Obras que conllevan movimiento real.

Éstas a su vez pueden ser clasificadas de acuerdo a la fuerza motriz empleada para su funcionamiento. Así pues tenemos obras escultóricas impulsadas mediante motores eléctricos, y existen artistas que recurren a las fuentes de energía naturales, tal es el caso de Kennet Martin y George Rickley, que como Calder utilizan el recurso del aire para lograrlo; Martin consigue un movimiento espiral ascendente de tiras metálicas; Rickley con láminas largas y delgadas produce oscilaciones rítmicas contrastadas.

Algunos artistas fusionan energías naturales y electricidad. Takis en su Ballet magnético, logra que una bola metálica colgante ejecute una danza errática en torno a una espiral magnética.

Las obras de Kramer y Tinguely hacen de la energía eléctrica como parte de la obra, mientras que las composiciones de Kramer son ballets mecánicos, el trabajo de Tinguely va por una corriente dadaísta, mofándose del arte y de la era de la máquina.

El artista venezolano Alejandro Otero también realizó escultura cinética metálica de hierro y acero inoxidable que fue instalada al aire libre y gracias a una dinámica de aspas giratorias el movimiento estaba determinado por el viento (Venezuelatuya.com, 2014).

1.4.2 Obras que conllevan el movimiento del espectador.

Como antecedente está la Rotative Plaque Verre de Marcel Duchamp en 1920, que consiste en un disco plano pintado de círculos concéntricos y al girar de forma veloz adquiere el aspecto de objeto sólido. Jesús Soto por ejemplo se ha valido de este principio en sus “estructuras-vibraciones” y en sus “metamorfosis” dice verse interesado en “la transformación de los elementos, la desmaterialización de la materia sólida”. Así que en este caso logra una ilusión óptica colocando una estructura de alambre delante de un fondo moiré² que al moverse el espectador dicho fondo segmentará la línea dando la impresión que la estructura de alambre son “puntitos que flotan en el espacio”.



Ilustración 41 Vibración. Jesús Soto.1967.

Fuente: (Máquinas de mirar)

Por otra parte Carlos Cruz Diez consigue un interesante juego en su serie “Fisicromías” (1959) que consiste en tramas de colores que están dispuestas en un espacio, interaccionando unas con otras y generando nuevas gamas cromáticas que se modifican según el desplazamiento e intensidad de la luz ambiente y del movimiento del espectador (Cruz Diez Foundation).

² El efecto Moirè, es una sensación visual que se genera en la interferencia de dos rejillas de líneas a partir de determinado ángulo, o cuando éstas tienen un tamaño distinto (Liarte, 2009).

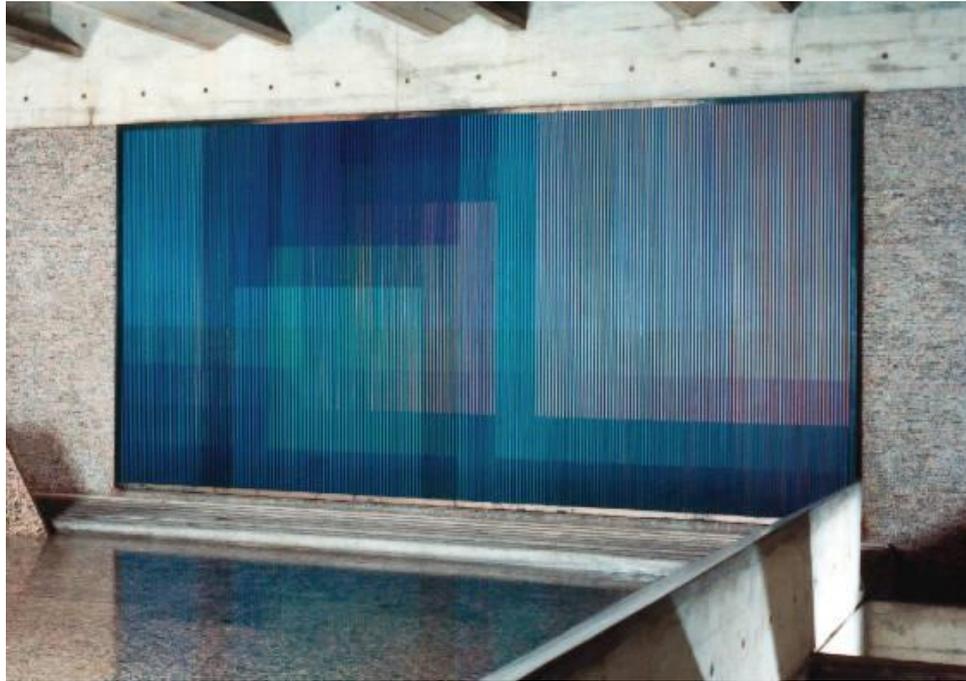


Ilustración 42 Fisicromía. 1972. Caracas Venezuela.
Fuente:(Cruz Diez Foundation).

1.4.3 Obras que conllevan utilización de la luz.

En este apartado solamente se citaran obras y autores de carácter escultórico- cinético y que hagan uso de la luz. La luz ha sido empleada para definir zonas del espacio, para atraer al espectador dentro de la órbita de la obra o para crear un entorno artístico, aunque el foco de atención puede variar. Nicolas Schöffer en 1940 empieza a desarrollar el concepto de spatiodynamics (espaciodinamismo), a partir de esculturas de aluminio y cristales coloreados, provistas de motores para el movimiento y la relación de la luz y el espacio. Javier Chavarría autor del libro *Artistas de lo inmaterial* menciona sobre Schöffer que lo interesante de sus trabajos es que en ellos se fundían las propias esculturas con las sombras proyectadas por ellas, “creando un estatuto ambiguo respecto a los límites de la pieza y su materialidad”.

La escultura de la *Fig.43* tiene unas características muy importantes en cuanto a luz y escultura cinética se refiere. Está montada sobre cuatro rodillos que contienen el mecanismo y un cerebro electrónico desarrollado por la empresa Philips, la escultura contiene motores en la base; células fotovoltaicas y un micrófono, sensibles a las variaciones de campos de color, intensidad de la luz e intensidad de sonido, puesto a que todos estos cambios producirán reacciones diferentes en el movimiento de la escultura (Trilnick, 2013).



Ilustración 43 CYSP 1. Nicolas Schöffer.1956.

Fuente: (Trilnick, 2013)

Artistas como García Rossi y Don Mason produjeron cambios más sutiles de tiempo y tono con utilización tubos de neón lograron plasmar visualmente ritmos y pautas de movimiento.

El artista argentino Gyula Kosice también incluyó elementos fluorescentes en su trabajo, en 1946 había construido una escultura casi en su totalidad de tubos de neón, sin embargo sus investigaciones plásticas estarían más centradas a experimentaciones con el agua (hidroesculturas). Cabe aclarar que los trabajos con luz de Kosice se basaban en el criterio de su Manifiesto Arte Madi...

“en el que el objeto artístico se desvincula de sus funciones de representación y su valor consiste exclusivamente en la relación que establece entre los materiales que lo forman,

quedando abolida toda injerencia de los fenómenos de expresión, representación y significado”
(Chavarría, 2002, p.13).

Otto Piene fue otro artista que hizo de la luz parte constitutiva de su obra, su deseo era hacer proyecciones de luz monumentales en espacios al aire libre. Decía: “Mi mayor sueño es proyectar luz hacia la extensa noche del cielo, para sondear el universo conforme le va dando la luz” (Barrett, 1986).

Heinz Mack y Otto Piene, en 1957 forman un grupo llamado Zero, en 1961 se une a ellos Günter Uecker, su propósito como grupo era adaptar al lenguaje plástico los avances científicos y tecnológicos. Defendían la mecanización del objeto artístico, pero se interesaban también por la protección de la naturaleza, desarrollando incluso varios proyectos medioambientales (Chavarría, 2002).

La obra de Mack residía en esculturas con luces movidas con un motor eléctrico, tenían forma de torre rectangular y estructura de aluminio brillante a la que incorporaba plásticos, espejos y focos. El movimiento y la iluminación formaban un juego visual de luces y reflejos.

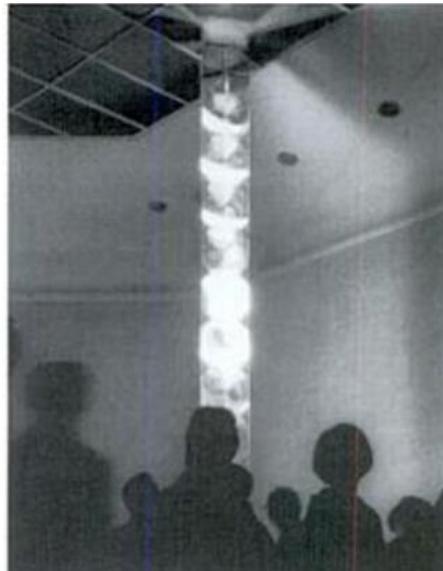


Ilustración 44 Luces encadenadas. Heinz Mack. 1966.

Fuente: (Chavarría, 2002).

También habría realizado esculturas que involucraban el agua y el viento, y varios trabajos en el desierto del Sáhara, haciendo interactuar el brillante y colorido paisaje con el reflejo de los espejos que contenían las esculturas.

Es importante decir que Otto Piene también había realizado trabajos medioambientales, creando el término “sky art” para definir a las obras que serían ubicadas en espacio público y que suponían una intervención y modificaciones en cuanto a las características del lugar y la propia luz.

Ejemplo de ello sería *Klassisches licht-ballett* (*Fig. 45*) en la obra motores accionaban las luces, las pantallas y los espejos creando sensaciones lumínicas sobre las paredes.



Ilustración 45 *Klassisches licht-ballett* (Ballet clásico de luces).
Otto Piene.1961.

Fuente: (*op. cit.*)

Por su parte Uecker el tercer artista del grupo Zero se decidió por un Arte Cinético más cercano al surrealismo. Se ve en sus composiciones la utilización de varios elementos como sillas, molduras, clavos; el dinamismo de luces y sombras estaba dado por el movimiento del espectador.

Martha Boto era otra artista de la época en cuya obra se puede decir que la luz tenía “un efecto desmaterializador sobre los objetos con los que entra en contacto. Pues la luz era proyectada sobre discos metálicos que al girar daban la impresión de estar viendo torbellinos de galaxias o polvo de plata (Barrett, 1986).

1.4.4 Obras que conllevan la participación del espectador.

En 1963 se forma el Groupe de Recherche d'Art Visuel compuesto por Le Parc, Morellet y García Rossi, cuyo manifiesto decía: "Queremos colocar al espectador en una situación que él ponga en marcha y transforme. Queremos desarrollar en él una mayor capacidad de percepción y acción" (Barrett, 1986).

Esta nueva visión comprende el papel meramente pasivo que ha venido cumpliendo el espectador como un ente exterior, desvinculado de la obra de arte, y ahora le permite involucrarse con la obra, participar en su movimiento o incluso en su construcción, como es el caso de Animales de Lygia Clark. Estas obras están realizadas en láminas de metal y poseen articulaciones, el espectador puede manipularlas de manera que la obra adopte nuevas formas; lo particular de estos animales es que como en un organismo cada parte de una obra está conectada de manera funcional con la parte de otra obra, de tal suerte que el artista proporciona un conjunto de posibilidades de manipulación al público.

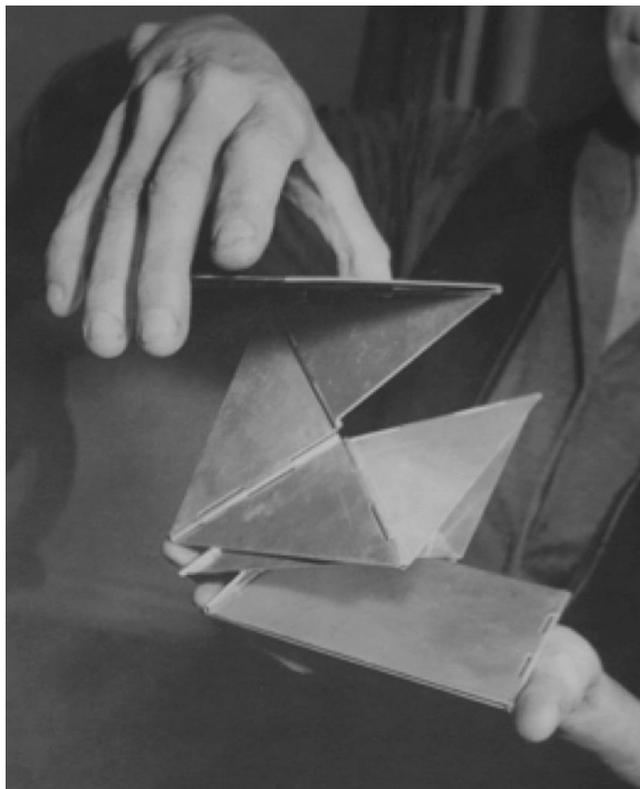


Ilustración 46 Bicho de Poche. Lygia Clark. 1966, aluminium.
Fuente: (Bone, 2012).

Una obra considerada bastante importante del Groupe de Recherche es el Labyrinthe con efectos cinéticos y lumínicos en la que los asistentes podían penetrar y moverse entre ella.

En ésta categoría entran también Los Penetrables de Jesús Soto, eran construcciones de tubos de nylon traslúcido en apretadas agrupaciones, por donde las personas podían pasar (Osborne, Harold, 1990).

Observando el repertorio de obras de arte que involucran en su composición una estética de movimiento, resulta relevante el hecho de que los artistas antes mencionados hayan argumentado cada quien a su manera su fascinación por el cinetismo, y además se hayan arriesgado por la utilización de nuevos materiales y de elementos como la luz, el color, agua, viento, motores; Pues de esta manera se amplía el espectro de posibilidades para originar o sugerir movimiento. Finalmente incluyen la idea de que el espectador forme parte importante y colaborativo dentro de las obras.

CAPÍTULO II

ENERGÍAS LIMPIAS Y EL ARTE

En la actualidad existen varias obras artísticas orientadas a vincular nuevas tecnologías y un tipo de arte sustentable que promuevan la innovación al cuidado del medio ambiente. Todas estas propuestas plausibles y dignas de seguir como ejemplo. Sin embargo se considera personalmente que involucrarse en educar a las masas a este respecto es una intensión de gran responsabilidad y estrategia que difícilmente se podría solucionar a través de este modesto proyecto, de momento ésta propuesta más que un discurso ecológico busca que la utilización de energías limpias sea más bien por fines prácticos y de aprovechamiento eficiente de recursos naturales, sin atentar de ninguna manera el ecosistema, por lo que se considera oportuno conocer desde cuándo y por qué motivos surge la conciencia ecológica y saber cuáles son las formas más adecuadas de hacer uso de éstos potenciales elementos naturales de manera responsable.

2.1 Surgimiento de la conciencia ecológica

Se sabe de antemano que muchas de las culturas antiguas estaban en armonía con la naturaleza; que en su cosmovisión concebían a la naturaleza como parte de su ser y esencia y convivían con su entorno sin destruirlo. Así también citando un poco de historia y como se vio en el capítulo anterior en la época pre industrial (siglo I hasta el siglo XVIII) las principales fuentes de energía³ son el aire, el viento y la madera.

Pero como el hombre se distingue del resto de los seres vivos, entre otras cosas, por su enorme capacidad de progreso, es a partir del siglo XIX que se impone el progreso como ideal humano a seguir, con la llamada *Revolución Industrial* época en la que se consiguen adelantos en las distintas áreas del conocimiento de la naturaleza, tanto en las ciencias naturales, termodinámica, química, biología. Se da lugar el descubrimiento de la energía eléctrica, la utilización de la energía del carbón y del petróleo, la industria de los plásticos y de la industria en general. Incluso el avance de la energía atómica. De este modo se presenta al hombre como dominador de la naturaleza. En definitiva es una época industrial que produce enormes cambios tanto en el aspecto económico como en el social y político (Pontificia Universidad Javeriana, s.f.).

No obstante, tras las catástrofes humanas causadas por las armas de exterminio masivo en las guerras mundiales se pone en duda la perspectiva de que la humanidad alcanzare el

³ ENERGÍA: 1. Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.

progreso y la felicidad mediante el conocimiento y avances tecnológicos. (Escolares.net, 2014)

Sería a finales del siglo XIX que el biólogo alemán Haeckel crea la ecología⁴ como disciplina científica. Tansley en 1935 introduce la noción de ecosistema. Y en 1969 se produce en California:

“la unión entre la ecología científica y la toma de conciencia de las degradaciones del medio natural [...] en lo sucesivo globales (océanos, planeta), que afectan a los alimentos, los recursos, la salud, el psiquismo de los seres humanos. Se produjo así, un paso desde la ciencia ecológica a la conciencia ecológica”. (Morin , 1996).

En los años 60'-70' existe un replanteamiento del modelo productivo de las sociedades industriales, la juventud del movimiento cultural hippie, sensibles ante las problemáticas medioambientales se oponían al modelo de sociedad existente en el que se veían el progreso tecnológico e industrial como la solución a todos los problemas. Su rechazo al productivismo se basaba en la idea de que el crecimiento industrial conducía a un desastre irreversible para la naturaleza y la humanidad en sí. En consecuencia, y como si de una profecía se tratase entre los años 1960- 1970 en el mundo se produjeron alarmantes catástrofes ecológicas, como es el caso del naufragio del petróleo norteamericano Torrey Canyon en las costas británicas y francesas (1967), o el derramamiento de más de 220.000 toneladas de petróleo liberiano Amoco Cadiz. También ocurren las catástrofes químicas como la explosión de la fábrica Icmesa en Seveso Italia, en 1976; la explosión de una fábrica de pesticidas (1986) que difundió otra nube tóxica provocando la muerte de 23.500 personas aproximadamente. Y la catástrofe de Chernobyl (1986) que puso en alerta la peligrosidad nuclear (Instituto de Ecología Política, 2013).

A raíz de todas estas iniciativas sociales y desastres ecológicos se cae en una suerte de conciencia colectiva sobre la problemática medioambiental, empiezan los debates de científicos e ideólogos acerca del “uso insensato de las energías con combustibles fósiles y la política nuclear”. Y en 1971 nacen dos grandes organizaciones no gubernamentales de protección medioambiental: Greenpeace y WWF (World Wide Fundation) (Instituto de Ecología Política, 2013).

⁴ECOLOGÍA: La palabra ecología viene del griego oïkos, hogar y logos, ciencia. “La ciencia de las relaciones de los organismos con el mundo exterior”. Dicho de otra manera, se trata de estudiar las relaciones entre los seres vivos y su medio natural, o sea el funcionamiento de los ecosistemas. (Instituto de Ecología Política, 2013)

2.2 Fuentes de energía limpia para generar movimiento: agua, viento, luz solar, fuerza humana

Se entiende por energías limpias a aquellos sistemas energéticos en los que el impacto ambiental derivado de su producción o utilización es nulo, es decir no genera contaminación ni residuos.

Éstas energías limpias provienen de fuentes naturales como: agua (energía hidroeléctrica), el viento (energía eólica), el calor interno del planeta (energía geotérmica), el sol (energía solar) (Compromiso RSE, 2010).

Se ha considerado en este capítulo la fuerza humana como energía limpia puesto que cumple las condiciones anteriores. Además se estima prudente tomar como referencia solo aquellas fuentes de energía limpia que aprovechen de manera eficiente el potencial de los recursos naturales para lograr el propósito del proyecto de fin de titulación que es el de generar el movimiento en las esculturas, y que por supuesto *el propósito* no atente de ninguna manera al ecosistema⁵.

2.2.1 Agua.

Existen variadas formas de aprovechar la energía potencial del agua para transformarla en electricidad a gran escala. Sin embargo por razones prácticas de adaptación al funcionamiento de las esculturas en cuestión, resulta ideal el estudio del molino de agua.

El molino de agua es la estructura más antigua conocida, cuyo cometido consiste en el aprovechamiento de la energía cinética de las corrientes de agua para producir energía mecánica. Pues la fuerza de la corriente de agua activa una rueda vertical de paletas o turbina hídrica, y ésta a su vez transmite el movimiento a un sistema de engranajes de una piedra de moler. En siglos pasados el mecanismo del molino de agua era utilizado para moler grano, aserrar madera e irrigar canales (Aréstegui Huarcaya, Gómez , Pizarro Sanchez, & Velazco Navarro, 2014).

De manera más específica la explicación de su funcionamiento es la siguiente:

⁵ Se denomina ecosistema al conjunto de seres vivos y carentes de vida que tienen existencia en un lugar determinado y que guardan relaciones entre sí (Definición abc, s.f.).n via Definición ABC <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/ecosistema.php>

Un molino de agua funciona desviando el agua desde un río hacia un pozo, generalmente a lo largo de un canal. La fuerza del agua empuja las aspas de la rueda, la cual hace rotar un eje que acciona a la maquinaria que tenga conectada. Tras hacer girar la rueda hidráulica, el agua sale del molino. Algunas veces se disponen múltiples molinos junto a un curso de agua de manera que esta pase por todos ellos, haciendo girar muchas ruedas (Aréstegui Huarcaya, Gómez , Pizarro Sanchez, & Velazco Navarro, 2014).

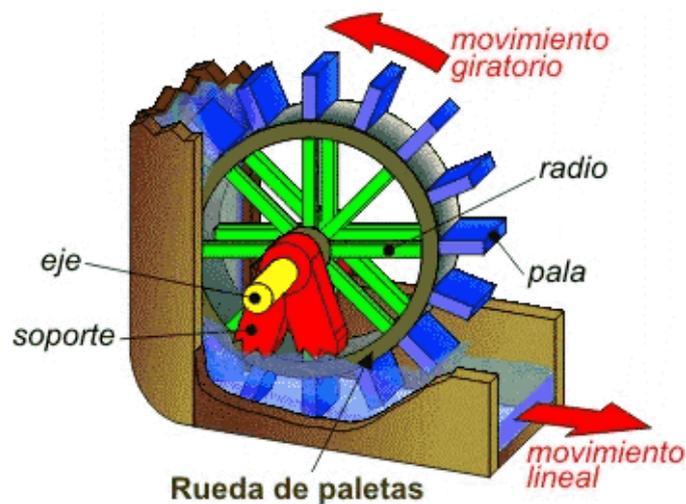


Ilustración 47 Representación del molino de agua.

Fuente: (Aréstegui Huarcaya, Gómez , Pizarro Sanchez, & Velazco Navarro, 2014).

Nuevos inventos se desarrollan alrededor del mundo que procuran estar en sintonía con la generación de energías renovables por lo que en Portland EE.UU. se proyecta un sistema para producir electricidad con solo abrir los grifos de agua ubicando unas pequeñas turbinas en el interior de las tuberías de la ciudad que se activarán en el momento que le agua fluye.

Lo interesante de este proyecto es que el impacto ambiental es nulo. La compañía *Lucid Energy* está a cargo de dicho proyecto y de momento solo es posible producir energía a modo de pequeñas centrales hidroeléctricas que no son lo suficiente para abastecer toda una ciudad, pero sí para alimentar un edificio entero. O como sucede en California que ese tipo de energía está siendo utilizada para alimentar las farolas de la calle por la noche (Eco Inventos, 2015).

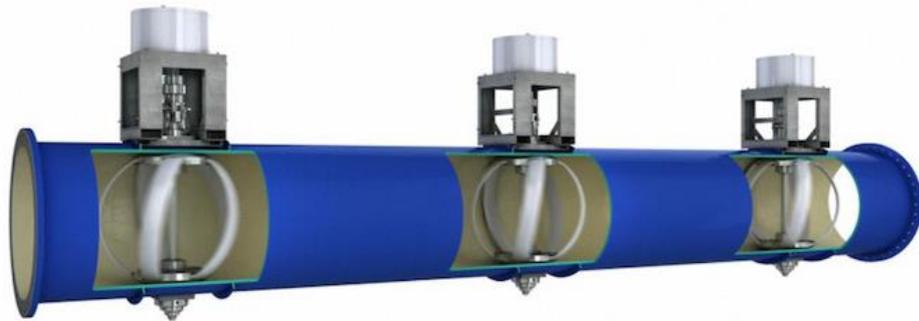


Ilustración 48 Tuberías de Lucid Energy.

Fuente: (Eco Inventos, 2015).

Otro ingenioso invento concebido a pequeña escala es el *Eight* que se trata de una mini planta hidroeléctrica que genera luz con dos botellas plásticas (PET). Este mecanismo funciona a manera de *reloj de arena luminoso* pues el agua que fluye entre las botellas acciona una turbina que convierte la energía cinética del agua en luz por un tiempo, por lo que esta idea no solo proporciona luz, sino además una unidad de tiempo (Eco Inventos, 2015).



Ilustración 49 Eight pequeña planta hidroeléctrica.

Fuente: (op. cit.).

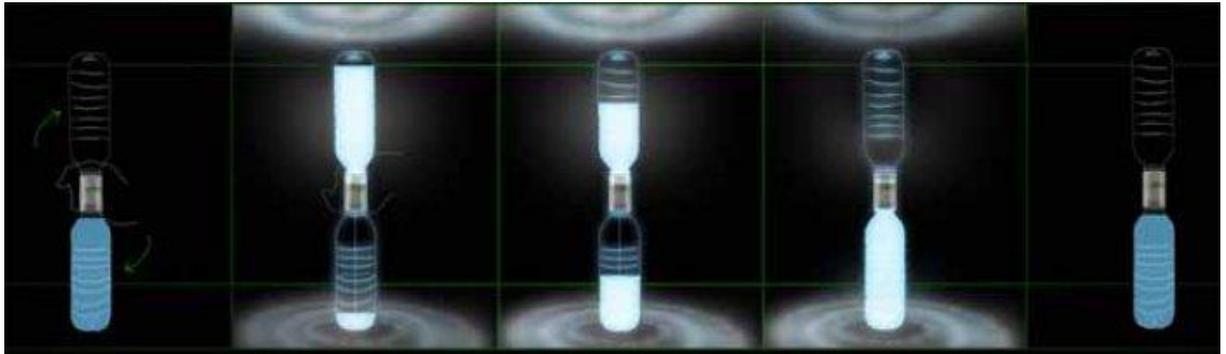


Ilustración 50 Eight genera luz con dos botellas plásticas PET.

Fuente: *(op. cit.)*.

2.2.2 Viento.

La energía eólica es conseguida a partir de las corrientes de aire. La electricidad se produce cuando el movimiento de las aspas de un aerogenerador (molino de viento) convierte la energía mecánica de rotación en energía eléctrica (García Ortega & Morán Álvarez, 2006).

Como ejemplo de invento que implica energía eólica está el siguiente:

En la Playa de Llevant ubicada en Barcelona España existe un proyecto de alumbrado público cuyo funcionamiento dependen de la energía solar y eólica, las farolas son capaces de almacenar dicha energía para luego funcionar de manera autónoma hasta por 58 horas seguidas (ERENOVABLE.COM, 2015).



Ilustración 51 Farolas solares y eólicas. Barcelona España. Eolgreen.

Fuente: (ERENOVABLE.COM, 2015).

2.2.3 Luz Solar.

Se incrementa el estudio de la luz solar como posibilidad para iluminación de ciertos elementos de las composiciones escultóricas del proyecto de fin de titulación.

Para lograr aprovechar el recurso de la luz solar es necesario un dispositivo electrónico denominado célula fotoeléctrica, celda, fotocélula o célula fotovoltaica, están construidas principalmente por silicio y su función es transformar la energía luminosa en energía eléctrica mediante efecto fotoeléctrico, dichas celdas absorben fotones de luz y emiten electrones, produciendo así energía eléctrica.

Las células fotovoltaicas pueden ser combinadas de diferentes formas para conseguir el voltaje⁶ o la potencia⁷ que se necesiten (ERENOVABLE.COM, 2015).

⁶ Voltaje: es la magnitud física que, en un circuito eléctrico, impulsa a los electrones a lo largo de un conductor. Es decir, conduce la energía eléctrica con mayor o menor potencia...vía Definición ABC <http://www.definicionabc.com/ciencia/voltaje.php>

⁷ Potencia eléctrica: es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio. ..http://es.wikipedia.org/wiki/Potencia_eléctrica

Existe una alternativa a las celdas fotoeléctricas de silicio, y se trata de *La celda solar Graetzel* inspirada en el principio de la fotosíntesis, pues al igual que la clorofila en las plantas, ésta célula solar requiere tinte natural (como el obtenido de fresas o moras) para convertir la radiación solar en energía eléctrica.

Es un invento del premio Nobel de Tecnología 2010, Michael Graetzel. La explicación del funcionamiento de dicha célula solar se basa en un método de fotosíntesis artificial, es decir:

Cuando la radiación del sol pasa por el electrodo simple, el colorante absorbe la energía en fotones y traspa un electrón al otro electrodo. En este momento el colorante se oxida, pero vuelve a su estado original recuperando el electrón perdido mediante el primer electrodo de vidrio. Este proceso en cadena es el que da origen a energía eléctrica (Calefacción solar, 2015).

Según el autor del artículo que se refiere a las celdas Graetzel (ERENOVABLE.COM, 2015). Menciona que entre las ventajas de ese invento está la parte económica y la accesibilidad, porque los materiales necesarios para su fabricación son bastante comunes. Por ejemplo el pigmento fotosensible se encuentra en las frutas antes indicadas, el electrodo simple es un vidrio eléctricamente conductivo, y el dióxido de titanio, asegura que existe en materiales como la pintura y la pasta dental.

2.2.4 Energía Humana.

Los seres humanos poseemos gran potencial como fuente de energía, y, al ser posible la conversión de la energía humana en energía mecánica se puede aprovechar esta ventaja para lograr movimiento en las esculturas.

El escultor Franco-ecuatoriano Maurice Montero es un ejemplo adecuado para hablar de lograr movimiento en las esculturas a través de la energía humana. Sus esculturas mecánicas son ingeniosas composiciones que abarcan temas circenses, mitológicos, de leyendas y con una fuerte presencia de máquinas de volar y bicicletas. Utiliza materiales como la madera, metal, cuero, papel (Maurice Montero, 2016). Sus esculturas cuentan con mecanismos de ruedas dentadas y manivelas cuyo funcionamiento requiere intervención humana, sus obras están catalogadas como máquinas perfectas de deleite visual y lúdico.

Para mayor exactitud se citan las palabras del autor Cristóbal Zapata acerca del trabajo de Maurice Montero:

... los juguetes de Maurice son máquinas de precisión lúdica: cada una de ellas ha sido construida con rigor y exactitud matemáticas para distraernos, para divertirnos, para hacernos reír [...] además ha realizado esculturas públicas, trasladando varios de sus juguetes a una escala monumental”. (Zapata, 2009, p. 5-11)



Ilustración 52 Vol de Terre. Quito- Ecuador. Maurice Montero.
Fuente: (Maurice Montero, 2016).

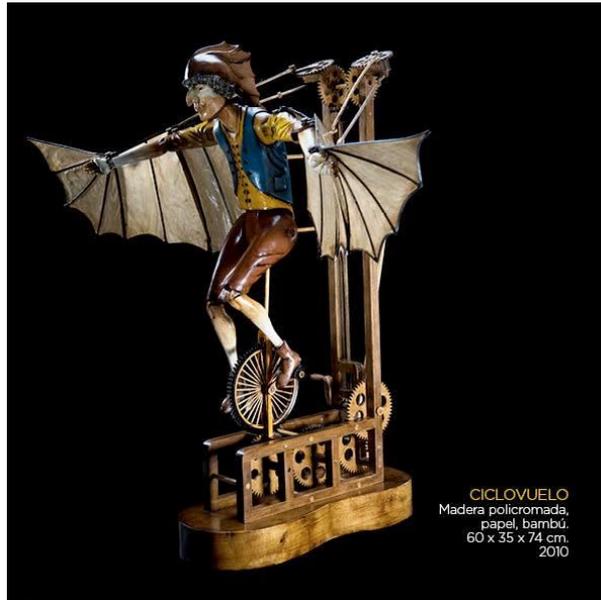


Ilustración 53 Ciclovuelo. Quito- Ecuador. Maurice Montero.

Fuente: *(op. cit.)*.

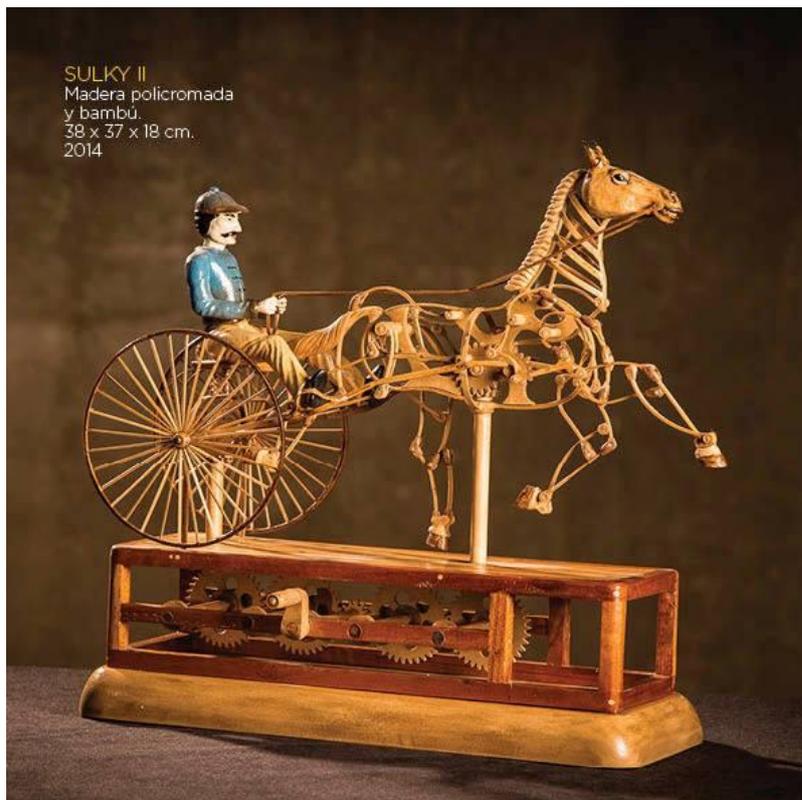


Ilustración 54 Sulky II. Quito- Ecuador. Maurice Montero.

Fuente: *(op. cit.)*

2.3 Artistas y sus propuestas sustentables con efectos ópticos y cinéticos

- Alexandre Dang es un artista que ha fundado *Solar Solidary Internacional* (organización sin fines de lucro) con la intención de difundir el potencial de las fuentes renovables de energía, concientización medioambiental y desarrollo sostenible. Su compromiso va más allá del campo artístico, pues propone apoyo para la electrificación solar de escuelas en países en vías de desarrollo.

En su creación artística incorpora la energía solar como fuente para lograr un arte cinético, entre sus obras emblemáticas como *Campo de flores bailarinas* cada flor consta de un motor con una célula solar fotovoltaica que al transformar la luz en electricidad permite a la flor moverse de manera autónoma y en proporción a la exposición a la luz solar (I+D Cultura, 2012).



Ilustración 55 Field of Turning Solar Sunflowers. Alexandre Dang.
Fuente: <http://www.blog.artesostenible.org/2012/06/campo-de-girasoles-solares/>

- Anthony Howe es un escultor estadounidense que utiliza el recurso del viento para dar movilidad a sus diseños, por lo que sus esculturas están ubicadas al aire libre, en la zona rural de Eastsound en Washington. Los materiales utilizados para éste fin son la fibra de vidrio y acero inoxidable.

Los elementos de la mayoría de las composiciones están dispuestos de manera circular y simétrica, que al girar proporcionan un movimiento orgánico y armonioso. “Las esculturas en tres dimensiones están equilibradas exquisitamente para producir patrones fascinantes e ilusiones ópticas naturales que podemos permanecer viendo durante horas” (Hery , 2013).



Ilustración 56 In cloud light. Anthony Howe

Fuente: <http://marcianosmx.com/esculturas-cineticas-eolicas-anthony-howe/>

- Theo Jansen es un escultor Holandés que luego de haber cursado por un tiempo estudios en Física, habría empezado su carrera artística en los años 70' como pintor y luego se habría visto interesado en fusionar el arte con áreas como la aeronáutica y la robótica. En consecuencia de ello entre sus primeras invenciones está la “máquina de pintar”, que es un robot que traza grafitis sobre pared.

Ya por los años 80 comenzaría a crear software de simulación artificial para diseñar organismos autónomos y es eso lo que le permite iniciar una serie de esculturas cinéticas denominada “Strandbeest”. El material utilizado para realizar éstas esculturas consiste en tubos amarillos de plástico (de los que se utilizan para aislar instalaciones eléctricas) con los que forma unas estructuras, o esqueletos como dice él “capaces de caminar sobre el viento”. Jansen prevé que éstas estructuras se irán adaptando para que resistan cada vez mejor como una nueva especie de vida frente a elementos como tormentas o agua, pues el artista tiene planeado para un futuro cercano soltarlos en la playa como animales en manada y que sean libres y autónomos (Jansen, 2008).



Ilustración 57 Strandbeest. Theo Jansen.

Fuente: <http://www.strandbeest.es/strandbeest/theo-jansen/laboratorio-de-viento/>

Para explicar los mecanismos que permiten a los animales de Jansen, moverse y sobrevivir de manera autónoma, se ha de tener que recurrir a su página web (<http://www.strandbeest.es/>) y a una conferencia que habría dado el artista para la organización TED.

Primeramente se ha de decir que las estructuras de estos animales se mueven únicamente utilizando el aire como motor. Los sistemas que ha ido desarrollando han sido mediante la experimentación, por lo que ha generado varias especies de “animales”, y los creados recientemente son más evolucionados.

Las estructuras de los animales constan de varias piernas a lo que él ha denominado *Leg system*, son tubos que poseen articulaciones⁸ unidas mediante ejes⁹, la proporción de los tubos que forman cada pierna es muy importante, Jansen argumenta que existen once números (que los denomina los once números sagrados) que son las distancias entre los tubos, que permiten que el animal pueda andar.

Theo Jansen ha desarrollado otro importante sistema, por ejemplo en la serie “Animaris Percipiere” o “Animales de playa autorepelentes”, en la que el estómago de dichos animales

⁸ARTICULACIÓN:

1. Unión entre dos piezas rígidas que permite cierto movimiento entre ellas.

2.f. Acción de articular o articularse.Unión móvil de dos partes o piezas de una máquina o instrumento, y también de dos partes rígidas del cuerpo de un animal. (the free dictionary, s.f.)

⁹ EJE: m. Barra que atraviesa un cuerpo giratorio y lo sostiene en su movimiento. / Mec. Pieza mecánica que transmite el movimiento de rotación en una máquina (<http://www.wordreference.com/definicion/eje>).

está compuesto de botellas de plástico recicladas que almacenan aire que es bombeado mediante una especie de bomba de bicicleta (de tubo plástico). Estas pequeñas bombas funcionan por el impulso generado por las alas que tiene el animal que a su vez son movidas por la brisa de la playa.

Este sistema demora como un par de horas para que las botellas se llenen de aire y sea el suministro de energía. Es un sistema a base de pistones¹⁰ que en este caso consigue que el aire comprimido en las botellas mueva los músculos del animal.

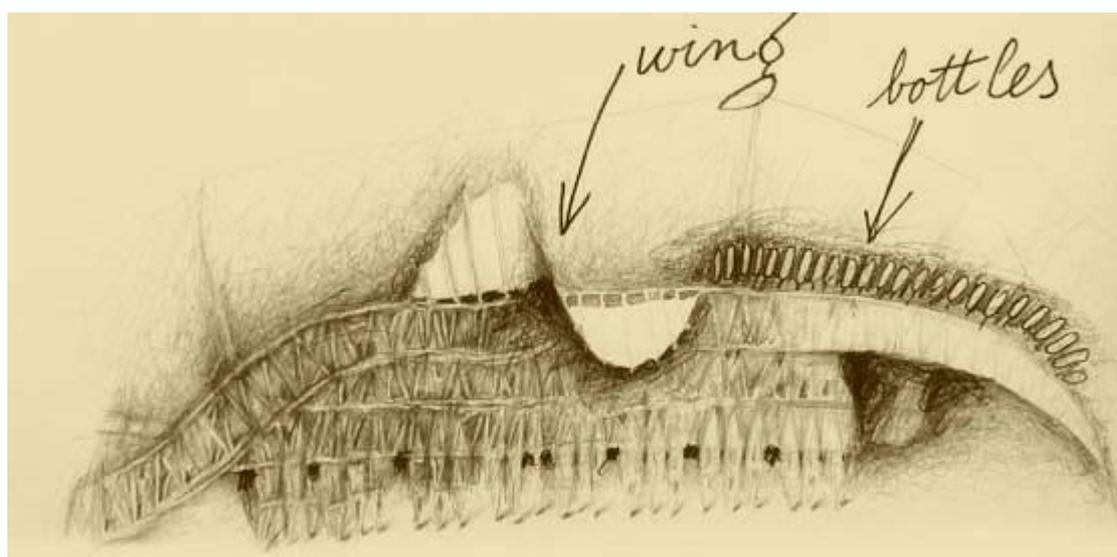


Ilustración 58 Storing the wind. Theo Jansen.

Fuente: (*Jansen, 2008*)



Ilustración 59 Animaris Umerus. Theo Jansen.

Fuente: (http://www.revistaenie.clarin.com/arte/Theo_Jansen_CLAIMA20120810_0229_19.jpg)

¹⁰ PISTÓN: Un pistón es una pieza que forma parte del mecanismo de funcionamiento de un motor. También conocido como émbolo, se trata de un elemento que se mueve de forma alternativa dentro de un cilindro para interactuar con un fluido (<http://definicion.de/piston/#ixzz3ugSDVOka>).

- Existe un proyecto denominado Solar Artworks que promueve la creación de obras de arte solar como una inversión en mobiliario urbano inteligente, con la convicción de que estas obras de arte integradas al paisaje urbano tienen un impacto positivo en la vida de los habitantes de una ciudad.

En septiembre del 2012 en la ciudad de Minneapolis se abrió el primer museo dedicado al arte solar. Lo curioso de este proyecto es que el grupo que desarrolló el Arts Building compró un antiguo edificio industrial que se supone iba a ser derribado y lo convirtió en museo y en residencia de artistas que exhibieran arte solar. Es además un edificio de cero emisiones, que funciona con paneles solares, aspectos bastante congruentes con la iniciativa de despertar sensibilidad y desarrollo sostenible (Ayudamos a conocer.com, 2015).

- Colector Solar Diseño Gorbet. Es una composición de doce ejes con paneles solares que se levantan sobre una colina en el Centro Regional de Operaciones de Waterloo.

Su funcionamiento se basa entre la colaboración de la comunidad y el sol, pues el Solar Collector reúne expresión humana durante el día, es decir la comunidad envía diseños de luz a través de una sencilla interfaz web (www.solarcollector.ca), y en la noche se produce un espectáculo de luces generados por los patrones¹¹ de diseño enviados por la web durante el día (Gorbet design, 2008).



Ilustración 60 Colector Solar. Gorbet desing.

Fuente: (Gorbet design, 2008).

¹¹ PATRONES: Conjunto de elementos que forman un unidad diferenciada y que se repiten a lo largo del tiempo, por lo que pueden tomarse como modelo o punto de referencia (<http://es.thefreedictionary.com/patr%C3%B3n>).

- “Solar Paz Escultura” de Fred George, es una escultura compuesta por 80 barriles de petróleo y en cada uno de ellos se ha instalado un panel solar, lo que convierte a la escultura en un recurso de red eléctrica de la ciudad.



Ilustración 61 Solar Paz Escultura. Fred George.

Fuente:

http://pattontrust.org/media/Bilder/Projekte_chronologisch/projekte_2009/SolarPeaceSculpture-SPS_unispot1-8119-5.jpg

- El estudio de diseño Loop.pH en Gran Bretaña ha creado *Sonumbra* que son prototipos de red en forma de árbol cuya función en el día es proporcionar sombra cuando el sol ofrece altas temperaturas; Mientras que en la noche servirá como iluminación nocturna puesto que su estructura cuenta con células solares que forman cadenas de luces (Ecolight , 2012).



Ilustración 62 Sonumbra. Loop.pH.

Fuente: (Ecolight , 2012).

CAPÍTULO III

PROPUESTA: ESCULTURA CINÉTICA FANTÁSTICA

En éste tercer y último capítulo se explica todo el proceso de concepción y realización física del ejemplar para propuesta escultórica a pequeña escala. Puesto que la obra artística está compuesta por variables como: el movimiento, la fantasía, y es llevada de un plano bidimensional a uno tridimensional resulta necesario estructurar el capítulo en los siguientes cuatro momentos: Metáfora del movimiento; La fantasía como recurso expresivo; Del dibujo a la escultura; Experimentación de los materiales y su poética.

En cada uno de los momentos antes mencionados se habla de manera detallada y más personal de cada fase del proceso.

3.1 Metáfora del movimiento

Como el movimiento es parte esencial del presente proyecto cabía preguntarse ¿Por qué el interés por el movimiento? ¿Qué se quiere comunicar al implicar la variante movimiento a una composición escultórica?

Pues bien, en el transcurso de ésta investigación se pudo discernir que el inconsciente relaciona: movimiento, fluidez y dinamismo con la vida. Se reparó en el movimiento de los planetas, de las estrellas, las galaxias, las partículas subatómicas que generan energía; Que la materia en el universo se mueve, que todo está entrelazado formando parte de un ritmo infinito.

Se hizo conciencia de que, tanto los animales como la especie humana, tenemos una respuesta automática hacia el movimiento, que somos sistemas caóticos bombardeados por estímulos, que los humanos como entes inteligentes hemos desarrollado la capacidad de asombro ante el mundo que nos rodea.

Además, la percepción de movimiento no quedaría establecido solamente a nivel físico, pues se estima que las ideas dentro de nuestra cabeza son conjuntos de palabras, imágenes y sensaciones en continuo movimiento que se ensamblan para tomar tal o cual sentido o sin sentido.

Entonces interesa especialmente lograr un tipo de escultura que involucre un intercambio de fuerzas entre el hombre, los elementos naturales y el mundo de las cosas, en la que el movimiento sea una parte esencial que invite al espectador a un pequeño escape de la cotidianidad. Con la metáfora del movimiento, también se desea sugerir una visión de la vida en constante cambio, de fluidez y no estancamiento.

Finalmente, y de ser posible, que los conjuntos escultóricos sean un llamado a la imaginación y a la curiosidad, sin estas capacidades difícilmente existiría ciencia, tecnología y muchos inventos que aportan de alguna manera al ser humano.

3.2 La fantasía como recurso expresivo

“La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado y la imaginación circunda el mundo”

Albert Einstein (El País, 2015).

Este apartado tiene que ver con el argumento de los bocetos para conjuntos escultóricos a realizarse. El tema de la fantasía como recurso expresivo viene dado por un trabajo de dibujo y pintura realizado con anterioridad, del que se hablará oportunamente en el punto 3.3.

Para hablar sobre la fantasía se apela a su significado en el diccionario: 1. f. Facultad de la mente para reproducir en imágenes cosas inexistentes o de idealizar las reales. 2. Cosa imaginada (WordReference.com , 2005); es por lo tanto, la fantasía producto de la imaginación y una facultad un tanto inaccesible pero que con el tiempo, se conjetura es un potencial humano posible de desarrollar.

A continuación se describe el procedimiento llevado a cabo en la realización de los bocetos:

Aunque dibujar resulte fascinante, ha tocado azotarse para alucinar un poco y aceptar lo que llegue al papel, al espíritu le ha tocado estar y no estar en el cuerpo, a veces poner en automático al cerebro para que la estricta razón no intimide las formas.

Han habido claro, minúsculos momentos en que la voluntad permitía imaginar una “Habitación de vuelo” por ejemplo.

Otras veces los elementos estaban locos, se asociaban caprichosamente, a veces hasta la mugre era víctima de la incontrolable pulsión icónica, oportunista y poco atenta a las clases teóricas. Es que precisamente en esos momentos los garabatos soltaban sus amarras; los dedos rígidos y torpes dejaban escapar su energía en pequeñas partículas de tinta, la cual parecía obedecer a alguna especie de hechizo rítmico, que oscilaba entre frustración, desesperación y calma.

¡Cuánto cuesta suprimir! Se ha tratado de encerrar como en un cubo a ciertos elementos, prohibirles esa forma adefesiosa de ensamblarse, es así que de tal afán ciertos elementos quedaron agrupados de manera intencionada.

Como resultado de dicho momento creativo se presentan los siguientes bocetos:



Ilustración 63 Bocetos realizados para la serie "La Casa de la Loca".

Fuente: (Jima, Tamara. 2014). [fotografía]. Archivo personal.

3.3 Del dibujo a la escultura

Como se menciona en el punto anterior, el tema de la fantasía e imaginación tiene sus bases en un trabajo de dibujo y pintura realizado en los años anteriores.

Dicho trabajo se denominó: “LA CASA DE LA LOCA”, que deseaba introducir al espectador en una voluntad de delirio y era, a la vez, un pequeño tributo a esa extraordinaria capacidad del ser humano: la de imaginar.

Pues ‘LA LOCA’ era “la imaginación” que había hecho casa en la cabeza de alguien. Ella nos invitaba a dar un recorrido por su humilde cuchitril y presentaba a varios de sus delirantes huéspedes.

“LA LOCA” se manifestaba de la siguiente manera:

Tan tranquilita que me encontraba pegándome una siesta sobre un diente de león, cuando de repente me vengo a enterar... ¡Imagínense a mis 22 años! Que he sido pues la heredera de una mansión, en mal estado claro, pero mansión. Una especie de hotel con habitantes eternos.

Estos huéspedes tan peculiares y contradictorios entre sí, me afectan de tal manera que ni yo mismo sé quién soy.

Sólo por tratar de encontrarle algún sentido diré que soy un armario de muecas, de herejes, rapsodia de emociones, caos, animales, congestión... ¡ ahhh! pero un día de estos me treparé al risco más alto de la luna, localizaré sus tímpanos y los mandaré a todos a ¡volar!..¿O no? Ahora que lo pienso, hasta me entretiene esta colección de esperpentos, instintivamente cada uno cumple con alguna actividad que ponen en funcionamiento cada rincón de esta masa gris. Confieso que cada día descubro una habitación nueva de la casa con su respectivo huésped, y ni bien tengo el conocimiento de su existencia, empiezan con sus caprichosas exigencias, que si se manifiestan todos a la vez...entro en un estado de catalepsia. Por lo que me las he dado por clausurar ciertos espacios y no dar ¡tregua! De lo contrario ¿qué pasaría pues con mi sano juicio?

La propuesta artística constaba de varias composiciones trabajadas con acrílicos, óleos, esferos, sobre diferentes soportes, principalmente sobre cartón y balsa y luego adherida a lienzo, madera aglomerada y metal oxidado. Cuyo resultado fue:

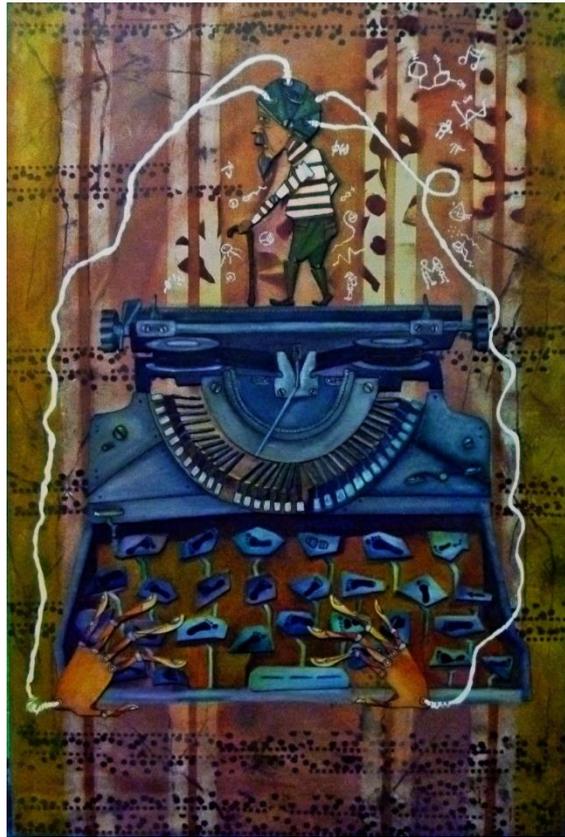


Ilustración 64 "Recepción"- La casa de la loca.

Fuente: (Jima, Tamara. 2013). [fotografía]. Archivo personal.



Ilustración 65 "El jardín de la cordura".

Fuente: (Jima, Tamara. 2014). [fotografía]. Archivo personal.



Ilustración 66 " Huerto de las ideas rotas".

Fuente: (Jima, Tamara. 2014). [fotografía]. Archivo personal.



Ilustración 67 "Gimnasio de la casa de la loca".

Fuente: (Jima, Tamara. 2014). [fotografía]. Archivo personal.



Ilustración 68 "La loca de los gatos".

(Jima, Tamara. 2014). [fotografía]. Archivo personal.



Ilustración 69 "Habitación de vuelo".

Fuente: (Jima, Tamara. 2014). [fotografía]. Archivo personal.



Ilustración 70 " ¡Escapaste de tu jaula pecesito...! Si abres la boca nos robarán la voz".

Fuente: (Jima, Tamara. 2014). [fotografía]. Archivo personal.



Ilustración 71 "Próximos habitantes".

Fuente: (Jima, Tamara. 2014). [fotografía]. Archivo personal.

Entonces éste antecedente pictórico servirá como sustento para darle continuidad a la idea, con la diferencia de que ahora los personajes de la casa de la loca son liberados para deambular por espacios exteriores en forma de esculturas cinéticas, con la firme intención de expandir las fronteras mentales, confundirse entre el caos cotidiano sin dejar de ser los personajes que son, ni de sus absurdas circunstancias. Todas las mascotas y huéspedes pueden con total desenvoltura tomar cualquier excéntrico vehículo y empezar a atrapar partículas de luz y movimiento que sólo es posible encontrar allá afuera.

A continuación se muestran los bocetos de los personajes y mascotas de la casa de la loca, pensados para conjuntos escultóricos cinéticos:

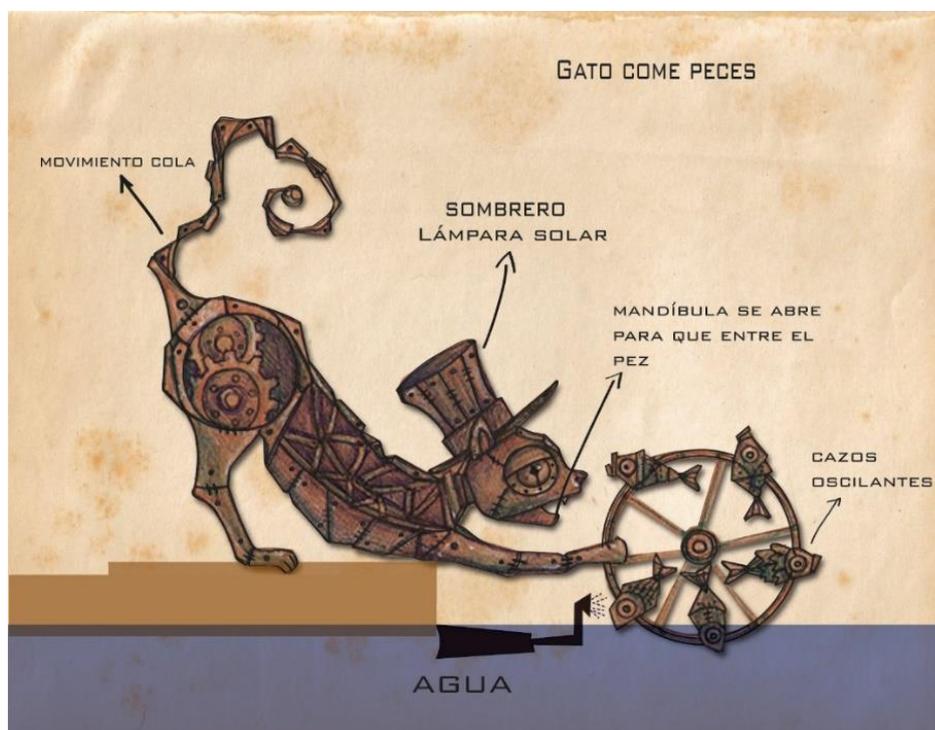


Ilustración 72 Boceto para escultura cinética "Gato come peces"

Fuente: (Jima, Tamara. 2015). [fotografía]. Archivo personal.

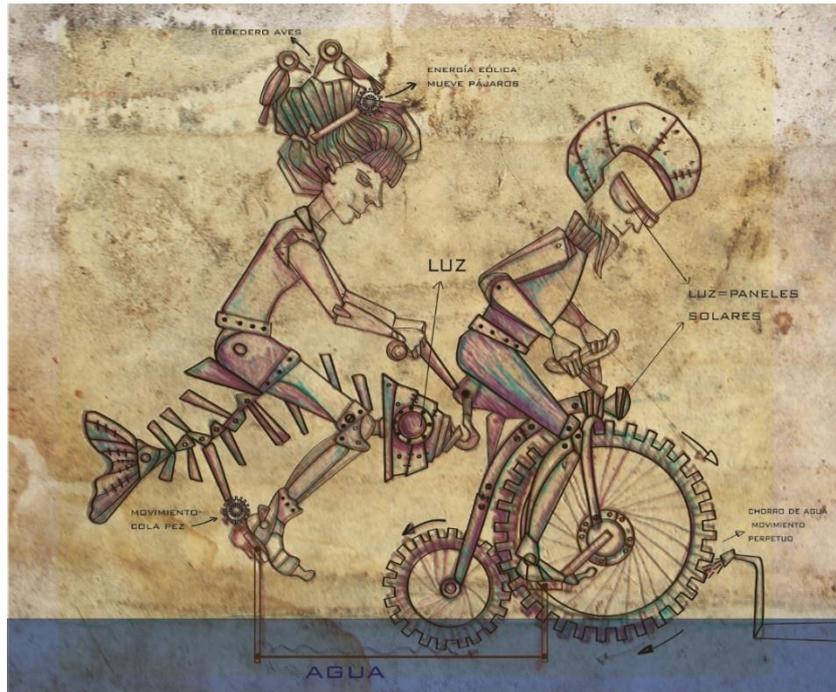


Ilustración 73 Boceto para escultura cinética. "Ciclistas acuáticos."

Fuente: (La autora, 2015).



Ilustración 74 Boceto para escultura cinética. "Atrapando luz".

Fuente: (La autora, 2015).

3.4 Experimentación de los materiales y su poética

Luego de generar mediante imágenes las formas y estructuras que se desea tengan las esculturas, corresponde la elección de los materiales que se adapten a los bocetos, siendo el metal un material predominante para la construcción de las maquetas.

Preferir el metal o piezas de fácil ensamblaje es por su fuerza expresiva y a propósito de comunicar una estética en la que diversos elementos formen una unidad, donde cada pieza es importante, sus uniones, sus articulaciones, su distribución en el espacio y funcionamiento en conjunto.

La metáfora que justifica la sensibilidad por armar esta especie de rompecabezas o máquinas es la analogía entre la complejidad humana y la complejidad de cualquier máquina. Se podría decir que los seres humanos estamos constituidos por fragmentos de experiencias; Por piezas variadamente infinitas que se ensamblan para formar nuestras estructuras visibles e invisibles. A lo mejor puede pasar que cuando alguien se siente incompleto, elucubra en su interior, generando movimiento en búsqueda y encuentro de las piezas más adecuadas para componer su existencia.

Por otra parte, y conscientes de que toda escultura tiene su grado de dificultad y que cada una exige su propia forma de solucionar cada reto que se vaya presentando, se resolvió que, de los tres bocetos presentados se escogería el “gato come peces” para ser liberado del papel y llevado al mundo tridimensional. El “gato come peces” es una de las mascotas preferidas de la dueña de casa, es decir de *la loca*, lo prefiere por el sigilo, sus delicados y estudiados movimientos, por su mirada profunda y sus juguetes. La composición escultórica intenta representar una escena en la cual, ésta particular mascota se detiene a atrapar peces ya sea por curiosidad o instinto.

3.5 Proceso de construcción de la maqueta

Entre los parámetros o retos establecidos para la consecución de la maqueta, tenemos:

Que ciertos elementos de la escultura se muevan (lograr articulación); utilizar para la construcción en su mayoría materiales reciclados; resolver la forma de unir cada parte; idear los mecanismos necesarios para que la rueda de los peces a consecuencia de su rotación accione dos movimientos más, como lo son el de la mandíbula y cola del gato.

Cabe mencionar que como las esculturas están pensadas para ser llevadas a escala real, en ese caso la solución del movimiento de la rueda de los peces es hidráulico, alimentado por

una corriente natural de agua (un riachuelo por ejemplo). Y se utilizarán materiales como acero inoxidable cuyas piezas serán unidas mediante suelda MIG (ver en anexos más detalles)¹².

Entonces el proceso de construcción de la maqueta fue de la siguiente manera:

1. Recolección y selección de piezas y materiales



Ilustración 75 Materiales.

Fuente: (Jima, Tamara. 01 de 2016). [fotografía]. Archivo personal.

¹² Asesor técnico para materiales a escala real: Juan Carlos Noriega. (Ver anexos).

2. Experimentaciones previas.



Ilustración 76 Primeras experimentaciones.

Fuente: (Jima, Tamara. 01 de 2016). [fotografía]. Archivo personal.

Ésta experimentación concreta con alambre de cobre fue la pauta para decidir que las uniones de las partes estructurales de la maqueta serían enlazadas mediante éste alambre en lugar de utilizar suelda.



Ilustración 77 Experimentaciones previas.

Fuente: (Jima, Tamara. 01 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

- Entre los materiales reciclados se encontró una plancha de impresión (aluminio) que resultó adecuada y de fácil manipulación para plasmar los bocetos.

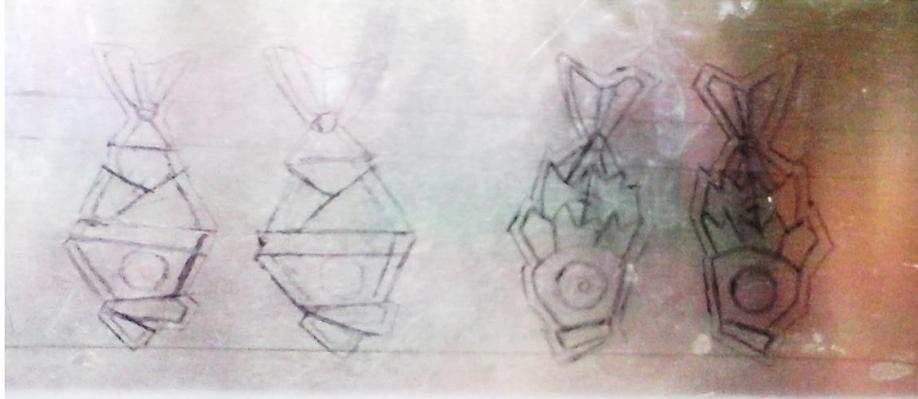


Ilustración 78 Dibujo sobre plancha de impresión.

Fuente: (Jima, Tamara. 04 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

- Se procedió a dibujar con bolígrafo sobre la plancha, luego con la ayuda de una herramienta de punta plana y con ligeros golpes se redefinió los trazos logrando un repujado¹³ en el metal.



Ilustración 79 S.T.

Fuente: (Jima, Tamara. 04 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

¹³ REPUJADO s. m.

1 Labrado de una lámina metálica o de un trozo de cuero que se hace con un martillo, cincel o punzón para hacer figuras en relieve.

2 Objeto de metal o cuero labrado de esta manera.

5. Para después recortar la plancha dejando un margen alrededor de la figura dibujada.



Ilustración 80 S.T.

Fuente: (Jima, Tamara. 04 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

6. Para resolver la primera parte de la escultura que consiste en la rueda hidráulica de cazos oscilantes, se optó por inspirarse en la forma que tienen los clips que se utilizan para sujetar documentos, que mediante una reinterpretación de su forma (clip doble) sostiene a cada una de las partes de los peces y los une a su vez a una rueda base.



Ilustración 81 Peces-rueda.

Fuente: (Jima, Tamara. 04 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

7. La segunda parte de la escultura consta de un gato que abre su mandíbula y mueve la cola cuando la rueda de los peces gira. Su construcción fue de igual forma que con los peces, es decir dibujar, repujar y recortar su forma en la plancha metálica.



Ilustración 82 Gato repujado en metal.

Fuente: (Jima, Tamara. 04 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

- Se definió cuales partes de la escultura son las que van articuladas y se las dividió para trabajar cada parte de manera independiente.



Ilustración 83 S.T.

Fuente: (Jima, Tamara. 04 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

- El margen que se dejó alrededor de las figuras sirvió para hacer un doblar en cuyo interior se colocó alambre para así reforzar los bordes de la estructura y facilitar el ensamblaje de las partes mediante el mismo recurso del alambre.



Ilustración 84 S.T.

Fuente: (Jima, Tamara. 04 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

10. Una vez terminado el armazón de la escultura, había que colocar en el interior el mecanismo que mueve la cola, el cual consta de un sistema de poleas por el que pasa un hilo nylon sujeto a la cola.



Ilustración 85 Articulación de piezas y colocación de los mecanismos.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

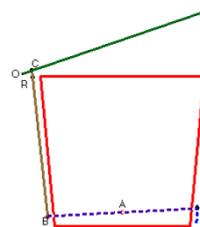
11. Por otra parte el mecanismo que hace abrir el ocico al gato se basa en el funcionamiento de un cubo de basura que al presionar un pedal (palanca) abre la tapa del basurero. Explicado en la siguiente imagen:

290cubas. El cubo de basura.

Al bajar P en el pequeño arco marcado, hacemos que B bascule con él alrededor de A. La barra BC está articulada de forma que pase por R. Cuando B se eleve, C presionará sobre la tapa para abrirla.

De la misma forma, cuando dejemos de presionar sobre P, la tapa caerá sobre C y se producirá el movimiento al contrario.

Este último triángulo situado en el



mecanismo a pedal de apertura de la tapadera del cubo de basura, es uno de los más difíciles de ver, porque el triángulo se encuentra oculto dentro del armazón. El diseño se ha realizado tomando como base el triángulo ABC con un lado AC de longitud variable. El pedal se baja en P, punto que se mueve sobre un pequeño arco y hace balancear una barra con punto fijo en A para que B suba y eleve consigo una barra que es obligada a pasar por el punto R. En C contacta con la tapa del cubo que gira alrededor del punto fijo O y la levanta.

Ilustración 86 Mecanismo del cubo de basura.

Fuente: (Mora , 1998).

12. Para la realización de la base de la escultura se tomó un objeto reciclado consistente en un disco de embrague de auto.



Ilustración 87 Pieza base de la escultura.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

13. Se ubicó la escultura sobre la base y se hizo además pequeñas piezas con metal repujado para colocarlas dentro de la composición.



Ilustración 88 S.T.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.



Ilustración 89 Piezas pequeñas.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

14. Preparar resina + acelerador + catalizador.



Ilustración 90 Resina.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía].

15. Se dispuso cinta de embalaje alrededor del disco para que se forme una especie de recipiente que contenga la resina líquida hasta que se solidifique.



Ilustración 91 Colocación de la resina en la base.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

16. Se realizó el soporte de la rueda hidráulica, en cuyo interior también se vierte resina y se coloca el eje de la rueda.



Ilustración 92 Base de la rueda de los peces.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.



Ilustración 93 Soporte de eje de la rueda.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía]. Archivo

17. Finalmente se reforzó la estructura de la rueda de los peces adhiriéndole una rueda con aspas de metal capaces de activar el mecanismo del gato.



Ilustración 94 Rueda y aspas.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

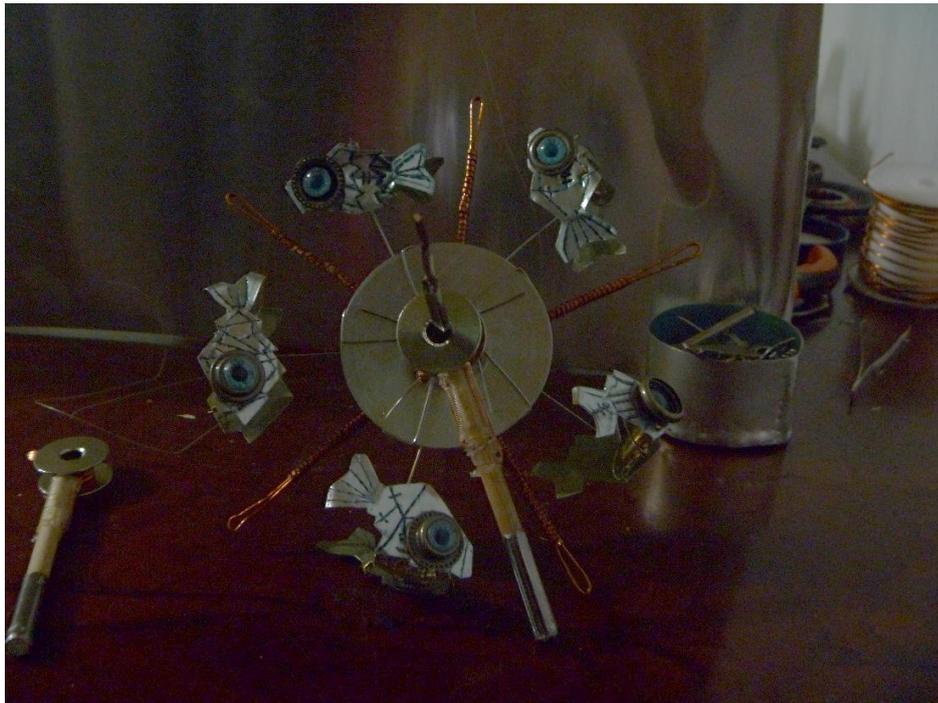


Ilustración 95 Rueda de los peces y soporte.

Fuente: (Jima, Tamara. 05 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

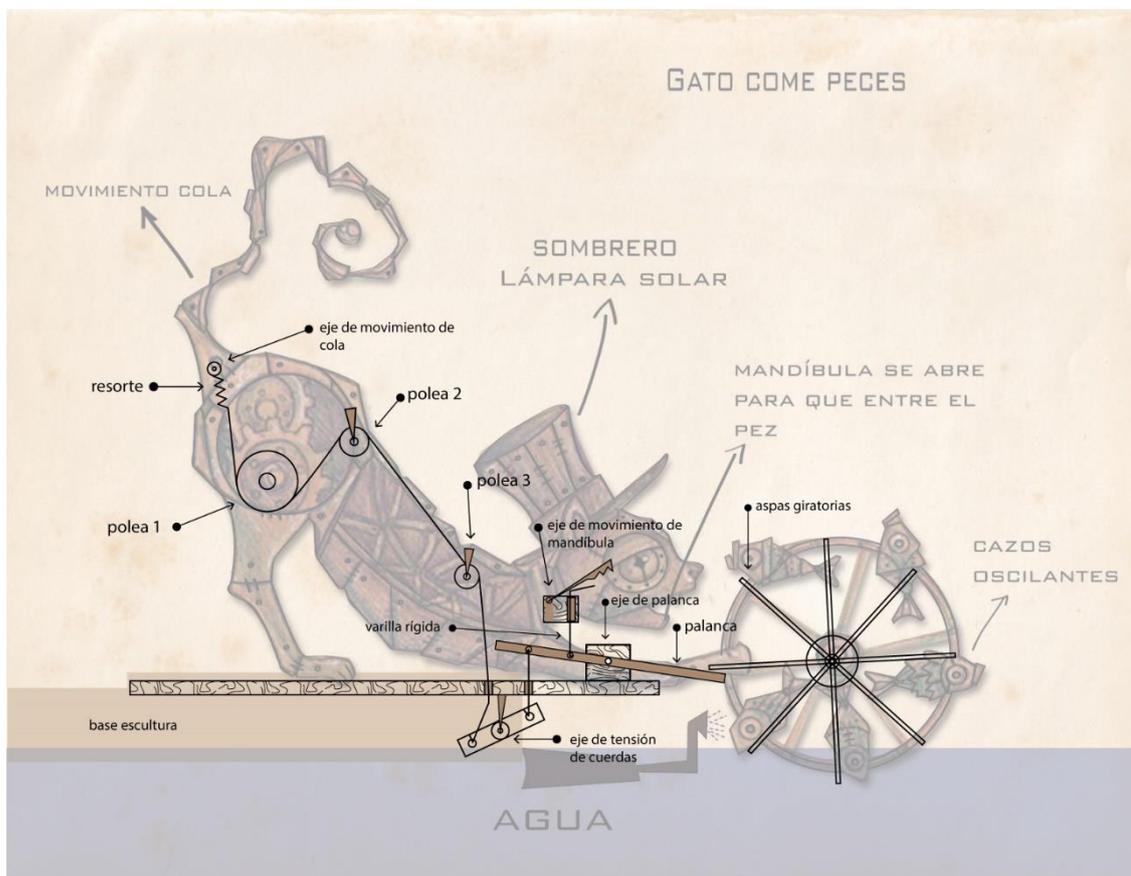


Ilustración 96 Esquema de movimiento de la maqueta.

Fuente: (Jima, Tamara. 06 de 2016). [Ilustración]. Archivo personal.

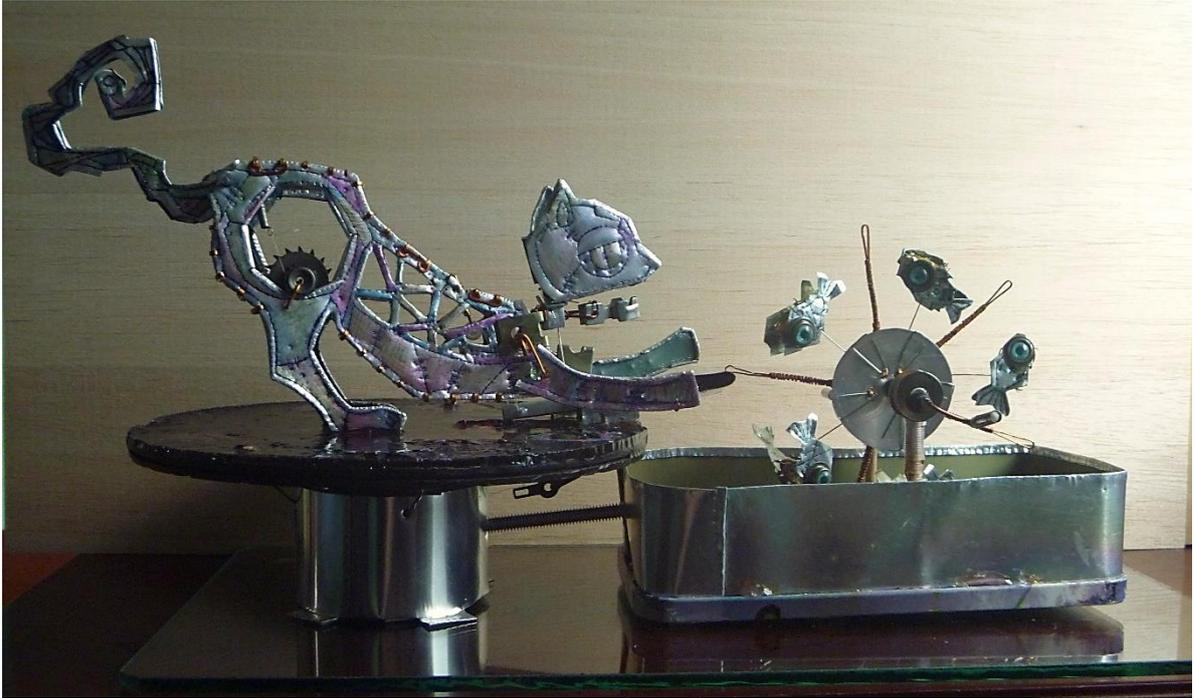


Ilustración 97 Maqueta final "Gato come peces"

Fuente: (Jima, Tamara. 06 de 2016). [Fotografía]. Archivo personal.

Como conclusión a esta fase constructiva de la maqueta se puede decir que de manera contraria a como sucedía en la elaboración de bocetos en la que las manchas u objetos presentes en el caos visual sugerían las formas y las ideas de las composiciones, ocurrió que en la construcción de la escultura en pequeña escala, se debió adaptar los materiales y elementos para reproducir de la manera más fielmente posible los esbozos dibujados. Esto significó un reto personal de agradables consecuencias experimentales, fue un proceso creativo de construcción desde recolectar o reciclar variadas piezas, elementos, materiales; escoger lo más adecuado y sobre todo dar solución estética y funcional a cada parte para que el conjunto escultórico marche de la manera prevista.

CONCLUSIONES:

- De acuerdo al objetivo general planteado para el trabajo de titulación se puede concluir que fue posible la realización de escultura cinética a partir de energías limpias, en este caso mediante impulso humano.
- Según los objetivos específicos se concluye que: a partir de la comprensión de mecanismos básicos que se han desarrollado a lo largo de la historia, máquinas simples tales como: rueda, palancas, poleas, pudieron ser aplicadas para lograr el movimiento real de los componentes de la maqueta escultórica.
- Se concluye también que fueron tomadas como referencia sólo aquellas fuentes de energía limpia que aprovechen de manera eficiente el potencial de los recursos naturales para lograr el movimiento en la escultura, y que no atente de ninguna manera al ecosistema.
- Finalmente, decir que el proceso de construcción de la maqueta estuvo sujeto a diferentes fases y variantes que van desde el ejercicio creativo para la realización de los bocetos que involucren fantasía e imaginación; luego resolver la maqueta de manera física experimentando con varios materiales, y de manera paralela la aplicación de los mecanismos necesarios para lograr el movimiento en la maqueta. La mayor satisfacción del proceso artístico fue partir de una idea intangible, habitantes de un mundo imaginario que solo habían conocido los medios bidimensionales y convertirlos en una presencia sólida con posibilidad de movimiento, y que a su vez produzca un efecto o por lo menos una interacción con el público.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda a los artistas mayor apertura a la experimentación con materiales diferentes a la arcilla o yeso, y se sientan motivados a utilizar materiales reciclados o en lo posible no contaminantes.
- Para los estudiantes de arte que estén interesados en el estudio de escultura cinética, que involucre movimiento real, se les recomienda realizar una comprensión global de los mecanismos más básicos como: rueda, palancas, poleas y de ser necesario reproducirlos de manera física para lograr un mejor entendimiento, de esta forma la teoría y la práctica forman parte del conocimiento.
- A los docentes y promotores culturales se recomienda estimular iniciativas de escultura que salgan de los parámetros tradicionales, de formas rígidas y realizadas con materiales que muchas veces implican procesos contaminantes; mejor aún si este tipo de escultura establece interacción con el público.

BIBLIOGRAFÍA

- Albarrán, A. (10 de 09 de 2015). *La historia detrás de los primeros autómatas*. Obtenido de pijamasurf: <http://pijamasurf.com/2015/09/la-historia-detras-de-los-primeros-automatas/>
- Carletti, E. (23 de 05 de 2013). *axxon*. Obtenido de La belleza mecánica de los primeros autómatas: <http://axxon.com.ar/noticias/2013/05/la-belleza-mecanica-de-los-primeros-automatas/>
- García Ortega , J. L., & Morán Álvarez, T. (05 de 2006). *ELEGIR ELECTRICIDAD LIMPIA*. Obtenido de Greenpeace: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/>
- Jansen, T. (2008). *strandbeest* . Obtenido de Theo Jansen: <http://www.strandbeest.es/strandbeest/theo-jansen/>
- archiCentral. (20 de 02 de 2009). *Solar Tree By Ross Lovegrove*. Obtenido de archiCentral: <http://www.archicentral.com/solar-tree-by-ross-lovegrove-6571/>
- Área de Ingeniería de Sistemas y Automática. (s.f.). *automata.cps.unizar*. Obtenido de <http://automata.cps.unizar.es/>
- Aréstegui Huarcaya, M., Gómez , V., Pizarro Sanchez, F., & Velazco Navarro, M. (30 de 11 de 2014). *El molino de agua*. Obtenido de El molino de agua: <https://problematresfisica2.wordpress.com/>
- Ayudamos a conocer.com. (2015). *Significados*. Obtenido de Arte Solar: <http://ayudamosconocer.com/significados/letra-a/arte-solar.php>
- Baal-Teshuva, J. (2003). El universo de Calder. En J. Baal-Teshuva, *Calder* (págs. 35-50). Madrid: Taschen.
- Barrett, C. (1986). Arte Cinético. En N. Stangos, *Conceptos de arte moderno* (págs. 175-184). Madrid: Alianza Editorial.
- Benavente, R. (28 de 02 de 2014). *El confidencial*. Obtenido de El confidencial: http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-02-28/juanelo-turriano-el-da-vinci-que-ficho-por-espana-y-que-la-historia-ha-olvidado_94839/
- Blog Autómatas*. (03 de 06 de 2010). Obtenido de Blog Autómatas: <http://historiaautomatas.blogspot.com/2010/06/grecia-iii-heron-de-alejandria.html>
- Bone, J. C. (10 de 2012). *IMAGES re-VUES*. Obtenido de IMAGES re-VUES: <http://imagesrevues.revues.org/2262>
- Calefacción solar. (2015). *¿Qué es la celda solar Graetzel?* Obtenido de Calefacción solar: <http://calefaccion-solar.com/que-es-la-celda-solar-graetzel.html>
- Celdrán, H. (08 de 02 de 2013). *Trasdós*. Obtenido de Trasdós: <http://blogs.20minutos.es/trasdos/tag/automatas/>
- Chavarría, J. (2002). *Artistas de lo inmaterial*. Hondarribia: Nerea.
- Cirlot, J. E. (1972). *Arte del siglo XX- Arquitectura y escultura*. Barcelona: Editorial Labor S.A.
- Clausell, F. A. (2008). Marionetas. Historia entre hilos. *Fiestacultura*, 15-17.

- Compromiso RSE. (30 de 03 de 2010). *Compromiso RSE*. Obtenido de Compromiso RSE: <http://www.compromisorse.com/sabias-que/2010/03/30/que-significa-energia-limpia/>
- Cordero, L. (Noviembre de 2013). *Máquinas Simples* . Obtenido de Máquinas Simples : <http://maquinas-simples2.webnode.es/tornillo-de-arquimedes-/>
- Cruz Diez Foundation. (s.f.). *Carlos Cruz Diez*. Obtenido de Carlos Cruz Diez: <http://www.cruz-diez.com/es/work/physichromie/>
- de Galiana, T. (1970). Autómatas. En T. de Galiana, *Diccionario de los descubrimientos científicos* (pág. 47). Barcelona: Plaza & Janes, S.A.
- de Micheli, M. (1979). Contradicciones del futurismo. En M. d. Micheli, *Las vanguardias artísticas del siglo XX*. (págs. 197-198). Madrid: Alianza Editorial S.A.
- Definicion abc. (s.f.). *Definicion de ecosistema*. Obtenido de Definicion abc: <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/ecosistema.php>
- Eco Inventos. (24 de 02 de 2015). *Green technology*. Obtenido de Eco Inventos: <http://ecoinventos.com/portland-genera-energia-renovable/>
- Ecolight . (19 de 01 de 2012). *Ecolight* . Obtenido de Sonumbra: <http://ecolightama.blogspot.com/2012/01/sonumbra.html>
- El País. (06 de 04 de 2015). *El País*. Obtenido de Las frases que Einstein realmente pronunció: http://elpais.com/elpais/2015/04/06/ciencia/1428317033_405833.html
- El verde gabán*. (12 de 01 de 2014). Obtenido de Blog de Literatura y otros divertimentos : <https://elverdegaban.wordpress.com/2014/01/12/historia-de-los-titeres-y-marionetas/>
- ERENOVABLE.COM. (20 de 07 de 2015). *TOP 5 DE LOS INVENTOS RELACIONADOS CON LA ENERGÍA EÓLICA*. Obtenido de Renewable.com: <http://erenovable.com/top-5-de-los-inventos-relacionados-con-la-energia-eolica/>
- Escolares.net*. (2014). Obtenido de Escolares.net: <http://www.escolares.net/historia-universal/progreso-en-el-siglo-xix/>
- Falcón, S. O. (Abril de 2012). *Inventos e inventores*. Obtenido de <http://www.iesfranciscoasorey.com/inventos/enlaces/griegos.html>
- Gómez, P. (22 de 03 de 2010). *El Tamiz*. Obtenido de El Tamiz: <http://eltamiz.com/2010/03/22/inventos-ingeniosos-el-reloj-i/>
- González, P. D. (2011). Del arte cinético a los robots autónomos en las artes. En P. D. González, *Arte, ciencia y tecnología* (págs. 85-86-87). Editorial UOC.
- Gorbet design. (2008). *Gorbet design*. Obtenido de Solar Collector: http://www.gorbetdesign.com/proj_solar.html
- Hery , E. (2013). *marcianosmx.com*. Obtenido de Esculturas cinéticas eólicas de Anthony Howe: <http://marcianosmx.com/esculturas-cineticas-eolicas-anthony-howe/>
- I+D Cultura. (07 de 2012). *Arte y energías renovables*. Obtenido de I+D Cultura: <http://idcultura.utp.ac.pa/2012/07/arte-y-energias-renovables/>

- Instituto de Ecología Política. (29 de 11 de 2013). *Instituto de Ecología Política*. Obtenido de EL DESPERTAR DE LA CONCIENCIA ECOLÓGICA INTERNACIONAL:
<http://www.iepe.org/2013/11/el-despertar-de-la-conciencia-ecologica-internacional/>
- La belleza de la velocidad*. (17 de Octubre de 2011). Obtenido de La belleza de la velocidad:
<http://labellezadelavelocidad.blogspot.com/2011/10/contexto-historico-del-futurismo.html>
- Liarte, D. (03 de 12 de 2009). *XATAKA FOTO*. Obtenido de XATAKA FOTO:
<http://www.xatakafoto.com/guias/el-efecto-moire>
- López, F. (2014). *La Tierra de los Faraones*. Obtenido de Egiptología:
http://www.egiptologia.org/geografia/colosos_memnon.htm
- Lynton, N. (1986). Futurismo. En N. Stangos , *Conceptos de arte moderno* (págs. 83-89). Madrid: Alianza Editorial.
- Máquina de Herón*. Youtube. (05 de 11 de 2007). Obtenido de Máquina de Herón. Youtube:
<https://www.youtube.com/watch?v=IAf-vjpttdw>
- Máquinas de mirar*. (s.f.). Obtenido de Blickmaschinen / Visual Tactics:
http://www.maquinasdemirar.es/art_sot.htm
- Maurice Montero. (14 de 02 de 2016). *Arte mecánico Maurice Montero/facebook*. Obtenido de Arte mecánico Maurice Montero/facebook: <https://www.facebook.com/tallersauvage/timeline>
- Mayrata, R. (24 de 01 de 2014). *The Cult*. Obtenido de El homúnculo de Goethe y el pato de Vaucanson: <http://www.thecult.es/historia/el-homunculo-de-goethe-y-el-pato-de-vaucanson.html>
- Mora , J. A. (1998). El cubo de basura. En J. A. Mora , *La geometría de los mecanismos* (pág. 17). España, España: S.l. : s.n., D.L. . Obtenido de
<http://www3.uah.es/ordend/ROBOTS/mecanismos.pdf>
- Morin , E. (1996). *red.pucp*. Obtenido de <http://red.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/biblioteca/100115.pdf>
- Nathan, J. (2006). Estudios de técnica y mecánica. En F. Zöllner, *Leonardo da Vinci-Esbozos y dibujos* (págs. 166-187). Los Angeles: Taschen.
- Ortiz, I. C. (s.f.). *Máquinas hidráulicas*. Obtenido de Máquinas hidráulicas:
http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/rueda_hidraulica/rueda_hidraulica.html
- Osborne, H. (1990). Latinoamérica. En *Guía del arte del siglo XX* (págs. 476-484). Madrid: Alianza Editorial S.A.
- Osborne, Harold. (1990). Latinoamérica. En H. Osborne, *Guía del Arte del siglo XX* (pág. 483). Madrid: Alianza Editorial S.A.
- Palazzesi, A. (03 de 01 de 2008). *Neoteo*. Obtenido de <http://www.neoteo.com/al-jazari-el-robotista-de-la-edad-media/>
- Parque Bezares. (s.f.). *Parque Bezares*. Obtenido de Parque Bezares:
<http://parquebezares.com/parque-hidraulico/historia-de-la-rueda-hidraulica/>

- Parra , S. (29 de 07 de 2014). *Xatakaciencia*. Obtenido de El robot que construyó Leonardo da Vinci:
<http://www.xatakaciencia.com/robotica/el-robot-que-construyo-leonardo-da-vinci>
- Parra, S. (10 de 08 de 2014). *Xataka Ciencia*. Obtenido de Xataka Ciencia:
<http://www.xatakaciencia.com/robotica/los-primeros-automatas-de-la-historia>
- PianoMundo*. (s.f.). Obtenido de Instrumentos musicales:
<http://www.pianomundo.com.ar/instrumentos/dulcemele.html>
- Pontificia Universidad Javeriana. (s.f.). *pioneros.puj*. Obtenido de pioneros.puj:
<http://pioneros.puj.edu.co/cronos/crono3/sigloprogreso.htm>
- Rei, M. F. (s.f.). *Muy Historia*. Obtenido de <http://www.muyhistoria.es/h-moderna/articulo/un-curioso-automatismo-de-da-vinci-101446560366>
- Ruiz, L. (22 de 12 de 2014). *Micromegas*. Obtenido de
<http://micromegas2.files.wordpress.com/2007/02/ruiz02.pdf>
- Sánchez, S. B. (2004). De los autómatas a lo humanoides. En S. B. Sánchez, *Desarrollo de robots basados en el comportamiento* (pág. 21). Catalunya: Univ. Politèc. de Catalunya.
- Schulz, B. (2011). *Tratado de los Maniqués*. España: Maldoror ediciones.
- Sostenibilidad para todos. (s.f.). *Top 6 inventos con energía solar*. Obtenido de Sostenibilidad para todos: <http://www.sostenibilidad.com/top-6-inventos-energia-solar#6>
- STGO Estudio*. (03 de 09 de 2012). Obtenido de <http://stgo.es/2012/09/arte-cinetico-escultura-en-movimiento/>
- The Editors of Encyclopædia Britannica. (18 de 09 de 2013). *Encyclopedia Britannica*. Obtenido de Encyclopedia Britannica: <http://www.britannica.com/art/automaton>
- the free dictionary*. (s.f.). Obtenido de the free dictionary:
<http://es.thefreedictionary.com/aut%C3%B3mata>
- Traba, M. (1994). *Arte de América Latina 1900-1980*. Estados Unidos de América: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Trilnick, C. (23 de 09 de 2013). *IDIS*. Obtenido de IDIS: <http://proyectoidis.org/nicolas-schoffer/>
- Venezuelatuya.com. (18 de 12 de 2014). *Venezuelatuya.com*. Obtenido de Venezuelatuya.com:
http://www.venezuelatuya.com/biografias/alejandro_otero.htm
- WordReference.com . (2005). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Diccionario de la lengua española: <http://www.wordreference.com/definicion/fantas%C3%ADa>
- WWF/ C. Vallecillo. (s.f.). *Energía Mini Hidráulica*. Obtenido de WWF:
http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climatico/nuestras_soluciones/energias_renovables/energia_mini_hidraulica/
- Zapata, C. (2009). La mano del teñedor. En M. Montero, *Arte Mecánico* (págs. 5-11). Quito: imprenta Mariscal.
- Zöllner , F. (2006). En F. Zöllner, *Leonardo da Vinci-Esbozos y dibujos* (págs. 166-187). Los Angeles: Taschen.

ANEXOS

GATO COME PECES.

La escultura estará realizada en materiales exóticos como: acero inoxidable, aluminio y resina poliéster con fibra de vidrio.

Dimensiones: Altura = 1,70 m.

Largo = 2,00 m.

Ancho máximo = 0,80 m.

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Tubo de Acero inoxidable de 1"y 2"	Soporte estructural
Plancha de aluminio de 0,8mm y 1,5mm	Cuerpos de la escultura
Suelda de aluminio y acero inoxidable	Para total las uniones de la escultura
Resina poliéster y fibra de vidrio	Detalles de la escultura
Otros materiales en pequeña proporción	Detalles de la escultura
Instalaciones eléctricas internas para luces fotovoltaicas.	Para generar la iluminación de elementos específicos de la escultura a partir de luz solar
Instalaciones mecánicas internas	Para generar movimiento a partir del agua

PRESUPUESTO DE ESCULTURAS MÓVILES A PARTIR DE ENERGÍAS LIMPIAS

GATO COME PECES

MATERIALES + TRAB. ARTÍSTICO + Instalación	23.413,00
20 % de imprevistos	4.682,60
SUBTOTAL DE LA OBRA	28.095,60
12% de IVA	3.371,472
TOTAL	31.467,072

Asesoramiento técnico sobre especificación de materiales para ejecución en escala real,
Ing. Juan Carlos Noriega.