



Dispositivo para una experiencia
LÚDICO-INTERACTIVA
de educación no formal
SOBRE CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Proyecto para optar al título de Diseñador Industrial

Estudiante: Diego Araya Antezana
Prof. Guía: Rubén Jacob
Santiago, Septiembre, 2017.

A mi familia,
por darme la oportunidad de hacer lo que me gusta.

“Increíblemente la luz de la noche nos ha oscurecido la mirada a lo que somos,
por que finalmente no somos más que polvo de estrellas”



*“**Nuestras raíces se encuentran arriba**, en el cosmos, cada uno de los átomos que conforman nuestro cuerpo se formaron en el Big Bang hace 13 mil 700 millones de años, particularmente el hidrógeno que constituye el agua, que es la mayor parte de nuestro cuerpo y los otros elementos químicos, el calcio, el hierro, el oxígeno que respiramos, **vienen del interior del corazón de las estrellas**”*
(Mario Hamuy, Premio Nacional de Ciencias 2015, entrevista ANIP 2015).

Resumen

Este proyecto está enfocado en la concientización del impacto que tiene la contaminación lumínica sobre la observación de un cielo oscuro como los del norte de Chile y sobre el entendimiento de los parámetros que provocan este fenómeno.

A través de la investigación realizada como parte de este proyecto, se ha podido hallar evidencia que permite establecer cómo el diseño de experiencias lúdicas-interactivas, puede servir como interfaz entre un contenido medio ambiental y su divulgación, permitiendo sensibilizar a la ciudadanía en valorar este recurso y aumentar el interés en su protección. Las comunidades cercanas a destinos astroturísticos y específicamente los niños, son un pilar importante para preservar este recurso en el largo plazo, a través del control sobre el uso de la iluminación artificial. De no hacerlo, el mayor impacto que esto generaría está en la pérdida de un recurso inigualable para el país, los cielos oscuros de la II, III y IV región.

No se hallaron, en el marco de la investigación realizada, instancias de divulgación sobre este fenómeno para la población de estas regiones. Lo que se propone con este proyecto es una primera instancia de valoración a través de la observación del impacto de la contaminación lumínica sobre un cielo oscuro, para aumentar el interés sobre este fenómeno medio ambiental y proyectar el aprendizaje sobre el impacto de la contaminación lumínica en la salud humana y la biodiversidad nocturna, generando una experiencia que trascienda en el tiempo.

Este proyecto se propone bajo el desarrollo de una estrategia didáctica en el contexto del programa Explora Conycit¹ de educación no formal, que busca no sólo dar a conocer el contenido científico medio ambiental de este fenómeno como una herramienta educativa en los niños, sino también una vivencia emocional a través de una experiencia lúdica-interactiva que le otorgue al usuario una mayor conciencia y pregnancia de esta necesidad.

La experiencia conceptualizada en un conflicto cognitivo, en donde el usuario experimenta la desaparición y reaparición de las estrellas como una causa y efecto por la interacción directa con un objeto de luz.

El alcance del proyecto implica el desarrollo a nivel conceptual de la vivencia de esta experiencia y el diseño de la interfaz y el elemento clave que ocasiona el cambio de visualización; una luminaria de transición colaborativa.

¹ Programa que propicia el encuentro entre el mundo de la ciencia y la comunidad a través de actividades y productos de divulgación y valoración de la ciencia y la tecnología. Creado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt)

Índice

11 Introducción

- 12 Ámbito del proyecto
- 15 Contexto de estudio
- 15 Metodología de trabajo
- 16 Etapas y objetivos
- 19 Concientización
- 20 Justificación
- 20 Alcance

23 Antecedentes

- 24 Cielos chilenos como recurso científico
- 26 Cielos chilenos como recurso económico
- 28 Cielos chilenos como recurso cultural
- 29 Como recurso ambiental, la contaminación lumínica
- 30 Actores y demandas
- 32 Oportunidad de diseño
- 33 Contexto

35 Marco teórico

- 36 El diseño de experiencias
- 38 Luz
- 39 Luminarias
- 40 Norma para la regulación de la cont. lumínica
- 43 Impacto sobre la observación astronómica
- 44 Medición de la calidad de un cielo oscuro
- 47 Muestras explora
- 48 Análisis de una muestra
- 49 Explora día de la astronomía
- 52 Público objetivo


- 54 Contenidos científicos en edad temprana

57 Proceso de diseño

- 58 Factores antropométricos
- 60 Referentes de concientización
- 62 Diseño de la experiencia
- 63 Concepto emocional
- 65 Requerimientos de la experiencia
- 68 Concepto visual
- 70 Etapas de la experiencia
- 72 Mapa de viaje
- 74 Gráficas de actividad
- 75 Identificación de los elementos a diseñar
- 85 Testeo de desaparición
- 87 Escala
- 88 Maqueta de espacialidad

90 Diseño de los elementos

- 92 Carpa
- 93 Soporte
- 94 Lentes de visualización
- 95 Luminaria de transición colaborativa
- 96 Mapa de producto
- 98 Luminaria perjudicial v/s luminaria óptima
- 100 Exploración de la interacción
- 101 Dinámica de interacción
- 102 Transición colaborativa
- 103 Iteración de prototipos. Propuesta 1
- 106 Propuesta 2
- 108 Propuesta 3
- 110 Síntesis de propuestas



111	Consideraciones de hapticidad
112	Funcionamiento
114	Propuesta final
116	Partes y piezas
118	Usabilidad
120	Fabricación
123	Validación
129	Conclusión y proyecciones
131	Planimetrías
138	Referencias bibliográficas
141	Anexos

1 **Introducción**

Ámbito del proyecto

Chile concentra actualmente el 50% de la observación astronómica del mundo y para el 2020 será del 70%.

Proteger los cielos oscuros del norte de Chile representa por tanto un recurso científico (Observación astronómica), económico (Astroturismo), cultural (Patrimonio de la humanidad) y ambiental (Contaminación lumínica). La sensibilización en torno a la necesidad de proteger los cielos oscuros de la C.L.² es aún muy baja, sin que exista todavía conciencia masiva del valor de este recurso, esto incide en el uso inapropiado e ineficiente de la luz artificial por parte de las personas.

Actualmente no se han generado los suficientes y necesarios espacios de sensibilización y coordinación con las comunidades cercanas a los destinos astroturísticos que permitan promover el control de la c.l. en sus territorios y, más allá de implementar reglamentaciones y normas, el astrónomo Guillermo Blanc de Sochias³ señala que se necesita una campaña de fiscalización y de educación muy fuerte, para que las personas entiendan que la c.l. es un tema grave. Diseñar e implementar proyectos de diversas escalas y amplio impacto a nivel nacional que contribuyan significativamente a fortalecer la buena utilización y el cuidado de la luz artificial representa un aporte importante para la conservación de nuestros cielos oscuros en el largo plazo.

*A raíz de la investigación preliminar (Investigación Base Memoria), se ha detectado que, si bien existen instancias de educación con relación a la C.L., éstas están dirigidas especialmente a las personas que toman las decisiones respecto a las luminarias a instalarse en cada municipio, a su vez, existen instancias de difusión sobre astronomía y sus contenidos, **pero no existen instancias de divulgación para la ciudadanía con respecto a la c.l.** Cuando existe una población que no tiene conocimiento a cerca de una problemática medio ambiental, no le atribuye el valor de lo que representa su cuidado, por lo que el trabajo de concientización es una tarea a largo plazo.*

2. Contaminación Lumínica. En adelante C.L.

3. Sociedad Chilena de Astronomía

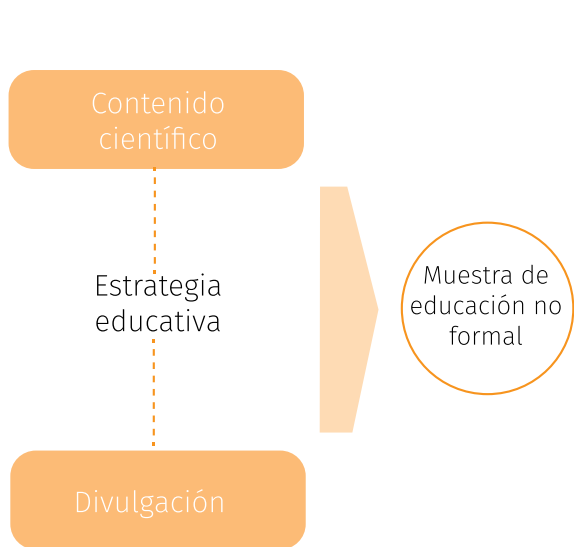
La astronomía, como una de las ciencias más atractivas para la ciudadanía (Academia Chilena de Ciencias, 2005), se presenta como una oportunidad de canal y/o plataforma para generar conciencia de mayor impacto a cerca de lo perjudicial de la mala utilización de la iluminación artificial y contribuir a generar una cultura científica en las regiones cercanas a centros de observación astronómica, promoviendo el interés por la protección del patrimonio de los cielos oscuros del Norte de Chile a través de su valoración.

Para concientizar sobre el uso de la iluminación artificial, es necesario conocer cuál es su impacto en los distintos medios. La idea de educar, es hacerlo conforme al estado óptimo de la humanidad, enseñar para que más tarde pudiera producirse un estado mejor (Kant, 1803). Sergio González, el director del programa Explora Coquimbo señala que la idea de una muestra itinerante sobre C.L. es un proyecto el cual tienen en agenda y que tienen la idea de representar a través de una muestra, cuáles son los elementos que se ven perjudicados con el mal uso de la iluminación artificial, y como sería el estado de estos elementos; (1) observación del cielo oscuro (simple vista y astronómica) , (2) salud humana, (3) biodiversidad si es que existiera una iluminación óptima en las ciudades. Este proyecto aborda el primer módulo y senta bases para el diseño de los restantes.

Por otro lado, Bill Buxton explica que el verdadero resultado del diseño no está en el producto o entidad física, sino más bien en las respuestas emocionales y en el comportamiento de quienes interactúan con el elemento diseñado (Buxton, 2007). Desde esta base es que genera la oportunidad de **Concientizar a niños de educación general básica sobre el impacto de la contaminación lumínica en los cielos oscuros mediante una experiencia lúdica interactiva en el contexto del programa Explora.**

La naturaleza de los proyectos Explora, tiene como función divulgar un contenido científico-medio ambiental a través de una estrategia educativa, que se traduce en el contexto de una muestra de educación no formal. Lo que se propone en este proyecto, es utilizar el **diseño de experiencias lúdicas interactivas como la interfaz entre el contenido medio ambiental y su divulgación**, a través de no sólo una estrategia educativa, sino que también de una estrategia didáctica para generar una instancia otorgue al usuario una mayor conciencia y pregnancia de esta necesidad.

Proyectos Explora



Intervención de diseño

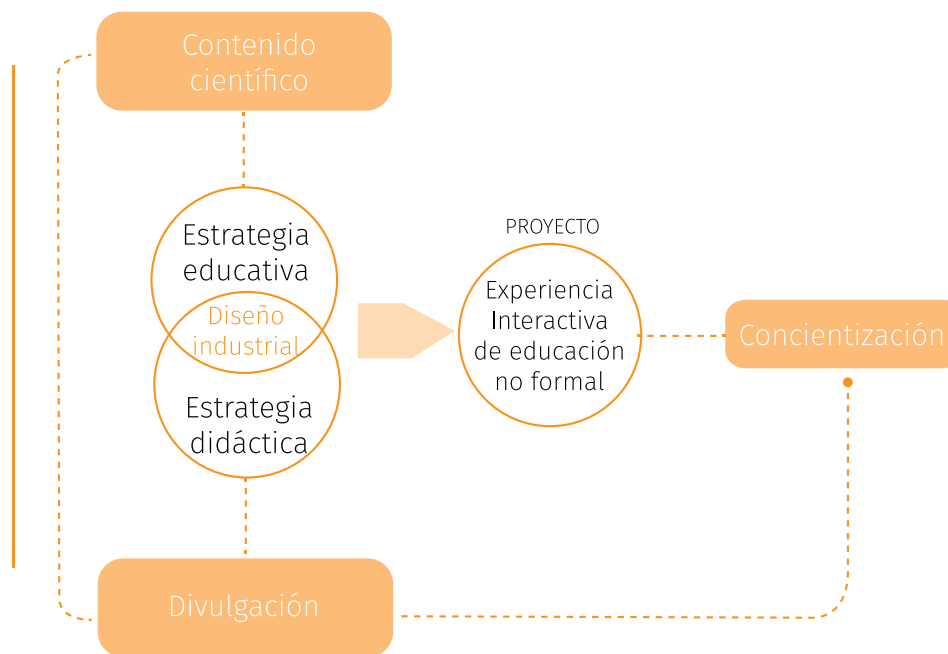


Figura 1. Intervención de diseño. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Contexto de estudio

Con la realización de la experiencia completa se buscará concientizar a niños bajo los lineamientos del programa Explora sobre el impacto de la c.l. en la observación de los cielos oscuros, sin embargo, el objeto de diseño que se valida es el elemento de la luminaria de transición colaborativa a través del testeo de la interacción por parte del usuario con el objeto y el entendimiento de los parámetros que provocan este fenómeno.

Metodología de trabajo

La aproximación inicial a la problemática de diseño corresponde a una investigación de carácter exploratoria para identificar las brechas de investigación donde el diseño industrial puede hacerse cargo. El resultado de esta etapa culminó en un trabajo presentado para el congreso panamericano de iluminación “Luxamérica 2016”. (Anexo 1)

D. Araya (Noviembre de 2016). Abriendo el cielo a través del diseño, una muestra para su valoración. XIII Congreso panamericano de iluminación Luxamérica 2016. La Serena, Chile.

Como lineamiento central se utiliza la técnica de mapa de viaje, con los pasos la experiencia en distintos ámbitos; referentes, guión de monitores, interacción, visualización y desarrollo formal. Se identifica el elemento clave dentro de la experiencia y se diseña a través de la proyección de las interacciones de los niños con el elemento y la iteración de prototipos como método central para cumplir con el objetivo de diseño.

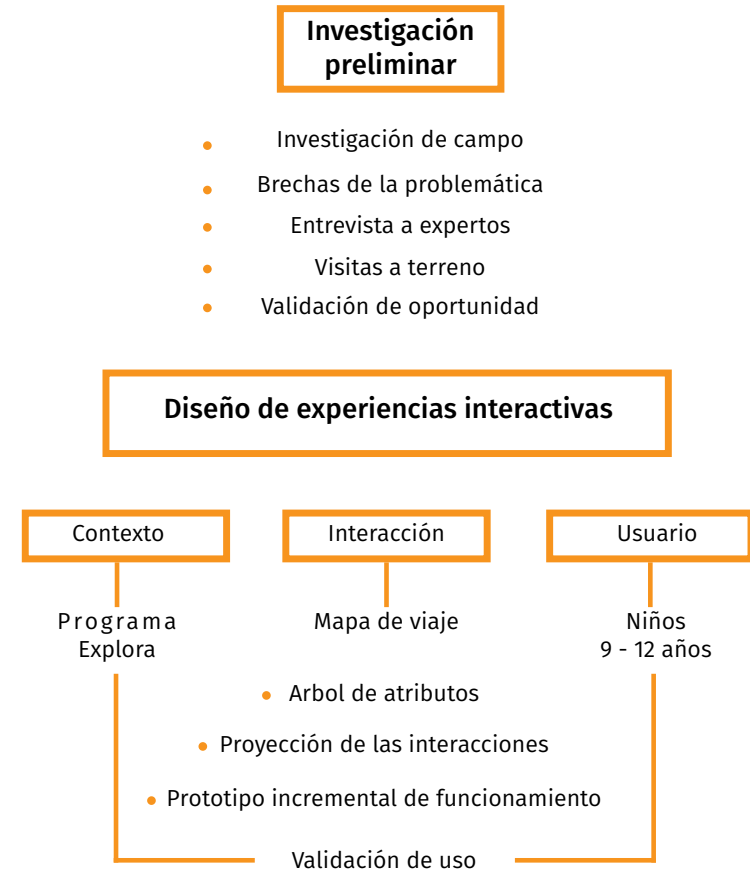


Figura 2. Desarrollada por el autor. Metodología [Esquema].

Etapas y objetivos

A través del desarrollo de las actividades (**A**) de cada objetivo específico, se proporcionan resultados (**R**) que responden a la finalidad de cada etapa. La etapa **I** responde al objetivo del proyecto, mientras que las etapas **II** y **III** responden al objetivo de diseño

Objetivo del proyecto:

- Proponer una experiencia lúdica interactiva de educación no formal al programa Explora, para concientizar a niños sobre el impacto de la contaminación lumínica en la observación de un cielo oscuro como los del Norte de Chile.

Etapa I *Usuario y contexto*
Contaminación lumínica y su concientización

Antecedentes; Investigación preliminar (IBM) para detectar problemática y oportunidad de diseño

Etapa II *Experiencia lúdica-interactiva*

Proceso de diseño; conceptualización, desarrollo y dinámica de interacción de los participantes

O.E.1. Conocer cómo concientizar a estudiantes de 9 a 12 años sobre la contaminación lumínica para establecer la naturaleza de solución

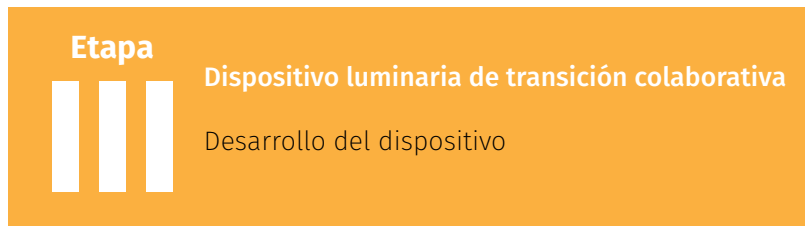
- | | |
|---|---|
| <p>A1: Conocer estrategia educativa utilizada para muestras de Explora</p> <p>.....</p> <p>A2: Determinar los contenidos sobre contaminación lumínica que debiesen manejar los estudiantes</p> <p>.....</p> <p>A3: Relacionar la estrategia educativa con los contenidos científicos</p> | <p>R1: Analizar guión de muestra explora y desarrollo cognitivo del usuario</p> <p>.....</p> <p>R2: Ficha con respuestas de un Astrónomo</p> <p>.....</p> <p>R3: Propuesta de conflicto cognitivo a desarrollar por la experiencia interactiva</p> |
|---|---|

O.E.2. Proyectar las interacciones de los participantes, mediante la conceptualización del conflicto cognitivo de la experiencia para identificar el elemento clave de diseño

- | | |
|---|--|
| <p>A01: Definir el concepto emocional a proyectar con el conflicto cognitivo</p> <p>.....</p> <p>A2: Establecer los requerimientos de la experiencia</p> <p>.....</p> <p>A3: Identificar las etapas de intervención de diseño en la experiencia</p> <p>.....</p> <p>A4: Graficar las dinámicas de interacción con los elementos de diseño</p> | <p>R1: Moodboard de propuesta conceptual para la experiencia</p> <p>.....</p> <p>R2: Árbol de atributos de la experiencia</p> <p>.....</p> <p>R3: Mapa de viaje de la experiencia</p> <p>.....</p> <p>R4: Mapa de producto de elemento clave</p> |
|---|--|

Objetivo de diseño:

- Diseñar una experiencia lúdico interactiva sobre la **iluminación artificial que provoca contaminación lumínica** y afecta la observación de un cielo oscuro como los del Norte de Chile



O.E.4. Facilitar el entendimiento de los parámetros de la iluminación artificial que afectan la observación de un cielo oscuro, mediante la manipulación del dispositivo

A1: Comparar luminaria optima vs luminaria perjudicial	R1: Ficha comparativa de las luminarias
A2: Definir la dinámica de interacción	R2: Bocetos de representación de la dinámica
A3: Explorar la forma de los reflectores	R3: Iteración de prototipos de reflectores
A4: Determinar el funcionamiento de los elementos de la luminaria	R4: Iteración de prototipos de funcionamiento

Figura 3. Matriz de objetivos. Desarrollada por el autor. [Esquema].

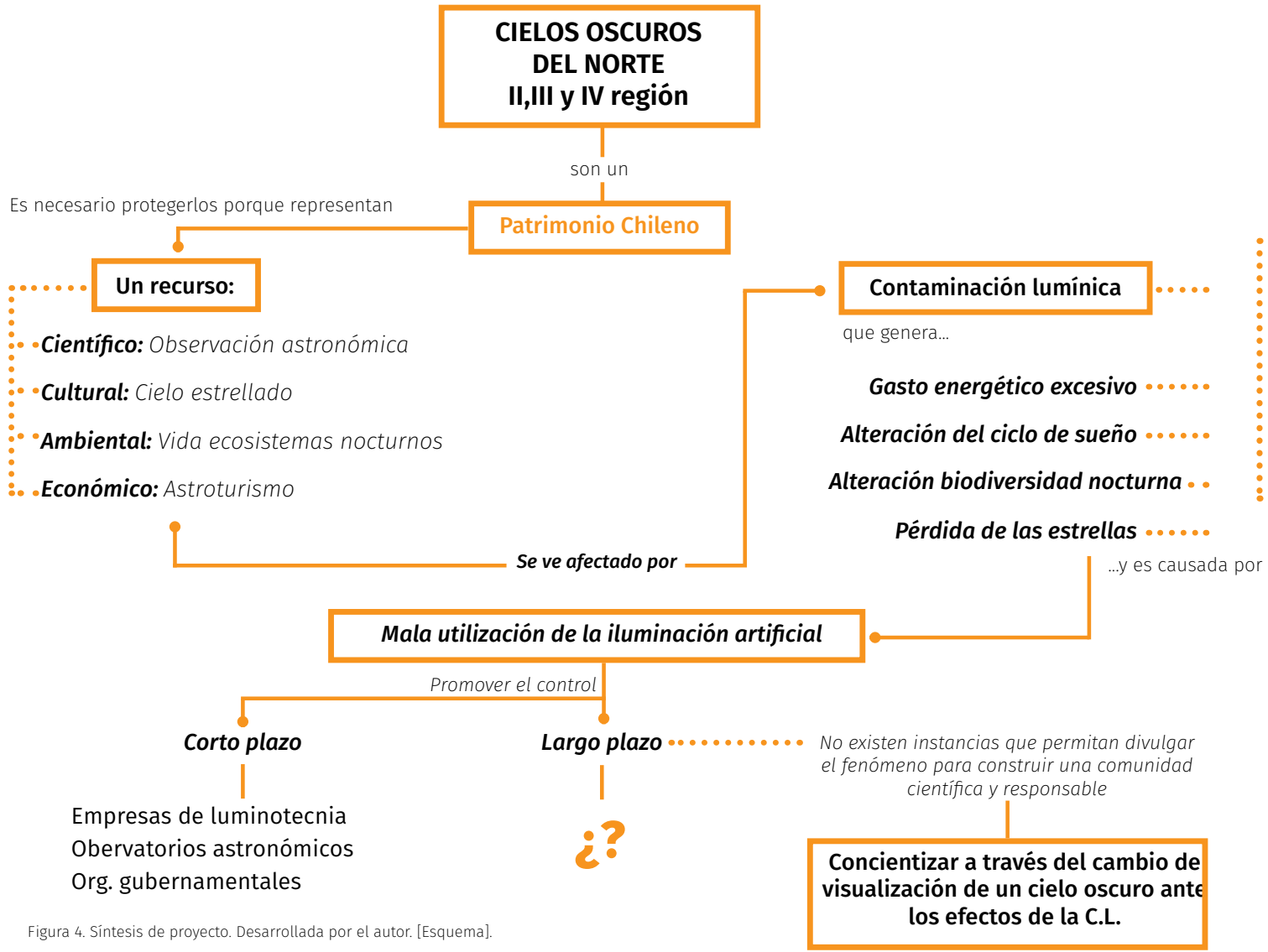


Figura 4. Síntesis de proyecto. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Concientización

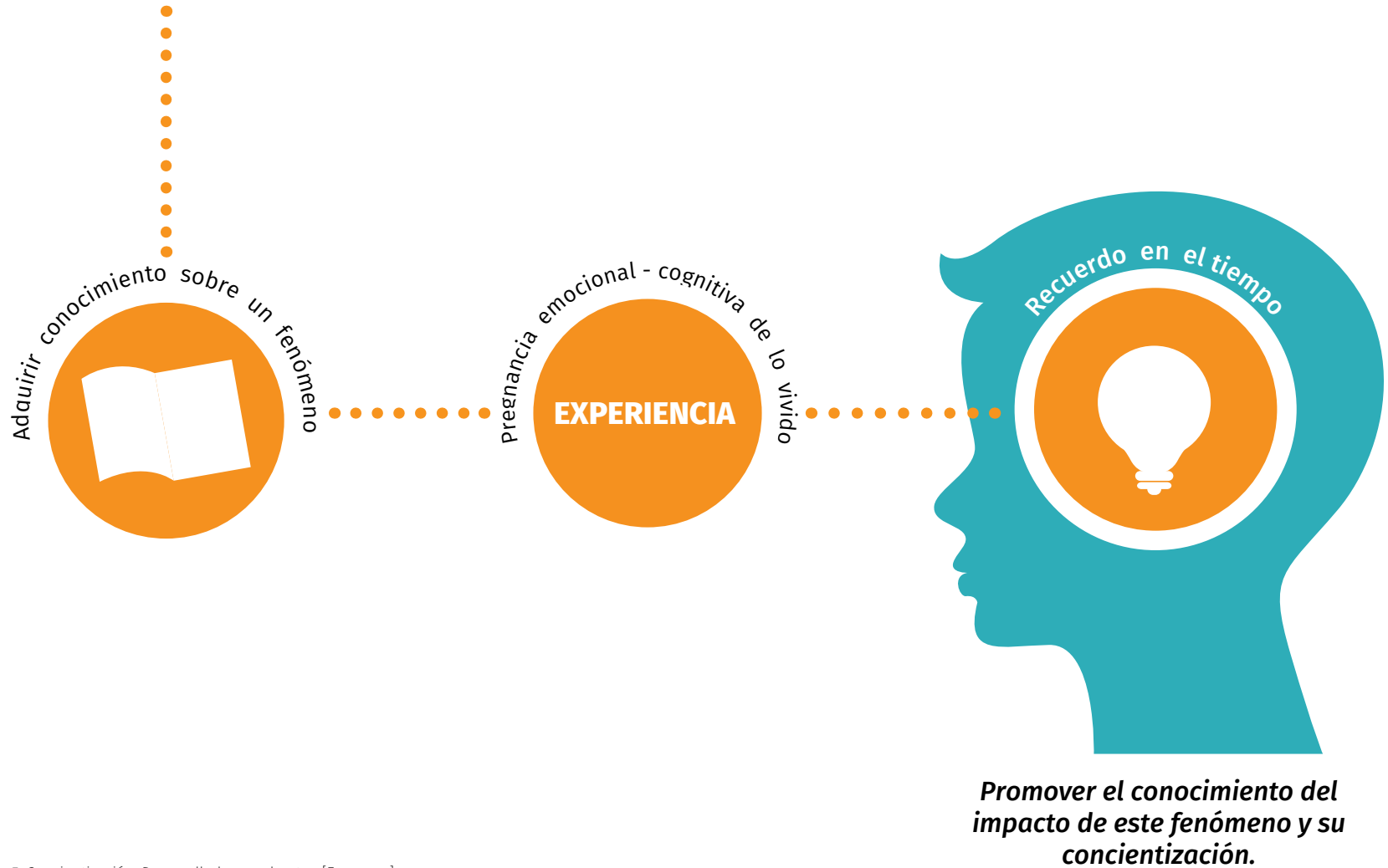


Figura 5. Concientización. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Justificación

Actualmente no existe evidencia en Chile sobre **actividades de divulgación a la ciudadanía a cerca del impacto de la contaminación lumínica sobre la observación de un cielo oscuro.**

Cuando existe una población que no tiene conocimiento a cerca de una problemática medioambiental, no le atribuye el valor de lo que representa su protección para por ejemplo, formar parte en iniciativas de control sobre este fenómeno.

La Ciudad de La Serena ha crecido en las últimas 2 décadas un 70% su población (Malcom Smith, 2011 / Richard Wainscoat, 2011) y con esto la expansión progresiva de localidades astroturísticas. Desde 1999 a 2010 se ha reducido un 30% la contaminación lumínica del norte (Conama, 2010) con la aplicación de la norma para la regulación de la contaminación luminica (D. S. N°43/2012 del MMA), pero no basta con esto para asegurar que las condiciones de los cielos oscuros perduren en el tiempo.

Por otro lado, desde el año 2012 se trabaja en la iniciativa de la IAU (International Astronomical Union) y la ICOMOS (Organización consultora de sitios culturales) hacia la UNESCO, de que el gobierno de Chile proponga los cielos oscuros del norte como Patrimonio científico Mundial, proponiendo como “Ventanas al Universo”: Mauna Kea (Hawái), Islas Canarias (España) y las regiones del Norte de Chile. También, entidades privadas junto con el Sernatur (Servicio Nacional de Turismo) trabajan en posicionar a Chile como el destino astroturístico n°1 en el mundo hacia el 2020, año en que se concluyen los proyectos de observación astronómica más grandes del hemisferio sur. Por lo tanto con el desarrollo de este proyecto también se busca proyectar el desarrollo de una comunidad científica, aumentar el conocimiento sobre un fenómeno científico, promover la protección de los cielos oscuros a largo plazo y generar un sentimiento de identidad de las personas de estas regiones con el patrimonio de los cielos oscuros.

Alcances y limitaciones

El alcance del proyecto implica el desarrollo a nivel conceptual del contexto de esta experiencia y la elaboración como producto terminado el dispositivo clave de interacción.

Las limitaciones respecto al usuario son su rango etario (Ed. Gral. básica 9 a 12 años), debido al índice de éxito en cuanto a las muestras realizadas por explora.

Se reformuló una instancia de difusión de contenidos científicos en un contexto definido de muestras del proyecto Explora, a través de la anticipación y por medio de visualizaciones a las interacciones deseadas con los elementos de la experiencia. Se desarrolla una propuesta para la representación de los contenidos sobre una la contaminación lumínica que afecta directamente la observación de un cielo oscuro.

El aporte de este trabajo radica en integrar la anticipación de las reacciones de los participantes con el objeto al proceso de diseño de la experiencia completa. Además, permite reestablecer la manera en que se presentan contenidos científicos a niños en este contexto y senta bases para permitir el desarrollo de proyectos de diseño de la facultad en conjunto con el programa Explora como un contexto validado.

2

Antecedentes

Los cielos de Chile Como recurso científico

El norte de Chile, específicamente de las regiones de Atacama, Antofagasta y Coquimbo (II, III y IV región) es considerado el mejor sitio del planeta para observar el firmamento y desarrollar la astronomía, por lo que se llama al Norte de Chile como la capital mundial de la astronomía⁴;

“Los requisitos para tener una buena observación astronómica dependen casi por completo del cielo, de cuán despejado y con buenas condiciones climatológicas se presente el cielo nocturno. Un factor adicional que no depende de las condiciones naturales sino más bien de nosotros los seres humanos, es la cantidad de luminosidad que generamos con las luminarias nocturnas en nuestras ciudades” (Educarchile, 2016).

- 1) Su altura respecto al nivel del mar
- 2) La escasa nubosidad
- 3) La casi inexistente humedad del aire
- 4) La lejana contaminación lumínica y radioeléctrica hacen que la visibilidad de su cielo nocturno sea muy nítida.

Debido a esto, más de una docena de observatorios se ubica en este lugar, y harán que el norte del país concentre cerca del 70 % del total mundial para el año 2020⁵.

Para el astrónomo presidente de Conicyt, Mario Hamuy (2015) “Estamos protegidos por el este por la cordillera de los Andes, que impide que las nubes del atlántico entren al territorio cubierto por el desierto de Atacama, y por el lado Oeste, tenemos una barrera natural que nos protege que es la corriente Humbolt, las bajas temperaturas del océano pacífico, debido a la corriente polar, son

una barrera natural para que las nubes entren del pacífico a lo que es Chile.

Para determinar la calidad de un cielo oscuro para la observación astronómica se miden varias cosas, la cantidad de nubes en el cielo, la claridad de la imagen arrojada por el telescopio, el cuán nítida sea la imagen que llega al observatorio y eso tiene que ver en como los vientos soplan, en territorio Chileno, hay flujos laminares que vienen del pacífico hacia los Andes que corren principalmente de manera muy horizontal, impidiendo que se formen turbulencias las cuales afectan la calidad de las imágenes” (Entrevista, TVN)

en
CIELO OSCURO
es posible **2000**
ESTRELLAS

en
CIUDAD
solo **200**
ESTRELLAS

en el
CENTRO DE UNA CIUDAD
solo **20 ESTRELLAS**

(Richard Wainscoat, 2011)

4. Mandatario entrega terrenos al European Southern Observatory: “Hoy día Chile ya es la capital mundial de la astronomía. Recuperado desde <http://goo.gl/8LLNsL>

5. Diario Financiero. Sofía: inversión en sector astronomía ascenderá a más de US\$ 4.400 millones a 2020. Recuperado desde <https://goo.gl/7n3dwy>

Desde los observatorios ubicados en el norte de Chile se conoció la edad de la estrella más antigua, se encontró un sistema planetario similar a nuestro sistema solar, se descubrió que el universo está en expansión y que esa expansión además se está acelerando (Conama⁶, 2012).

Los cielos oscuros del norte de Chile desde la década de los sesenta han sido el escenario de hallazgos relevantes en la ciencia de la astronomía, es por esto que se han construido varios observatorios como el del Cerro Tololo, Cerro La Silla, Las Campanas y Paranal, entre otros. De esta manera Chile es uno de los países del hemisferio sur que posee la mayor cantidad de centros astronómicos que, además, son los más importantes a nivel mundial, lo que representa un gran prestigio nacional e internacional a nivel científico. (Academia Chilena de Ciencias, 2005)

Principales observatorios del Norte de Chile

Institución	Telescopio	Lugar
Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía, AURA Inc.	Cerro Tololo. - Víctor Blanco de 4 m de diámetro.	Valle de Elqui, Región de Coquimbo
	Cerro Pachón. - Proyecto Gémini Sur de 8 m de diámetro - SOAR, de 4 m de diámetro.	
Carnegie de Washington (CARSO)	Las Campanas. - Du Pont de 2,5 m de diámetro. - Swope de 1 m de diámetro. - Proyecto Magallanes, dos telescopios de 6,5 m cada uno.	Vallenar, Región de Atacama
Observatorio Europeo Austral (ESO).	La Silla. - Varios telescopios de hasta 3,6 m de diámetro.	La Higuera, Región de Coquimbo
	Cerro Paranal. - VLT, cuatro telescopios de 8 m de diámetro.	Tal-Tal, Región de Antofagasta

Nuevos proyectos astronómicos para Chile

Institución	Telescopio	Lugar
Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía, AURA Inc.	Cerro Tololo. - Víctor Blanco de 4 m de diámetro.	Valle de Elqui, Región de Coquimbo
	Cerro Pachón. - Proyecto Gémini Sur de 8 m de diámetro - SOAR, de 4 m de diámetro.	
Carnegie de Washington (CARSO)	Las Campanas. - Du Pont de 2,5 m de diámetro. - Swope de 1 m de diámetro. - Proyecto Magallanes, dos telescopios de 6,5 m cada uno.	Vallenar, Región de Atacama
Observatorio Europeo Austral (ESO).	La Silla. - Varios telescopios de hasta 3,6 m de diámetro.	La Higuera, Región de Coquimbo
	Cerro Paranal. - VLT, cuatro telescopios de 8 m de diámetro.	Tal-Tal, Región de Antofagasta

Figura 6 y 7. Araya, Diego (2016). Proyectos astronómicos en Chile [Esquema].

6. Corporación Nacional del Medio Ambiente, actualmente ministerio del medio ambiente (MMA)

Los cielos de Chile Como recurso económico

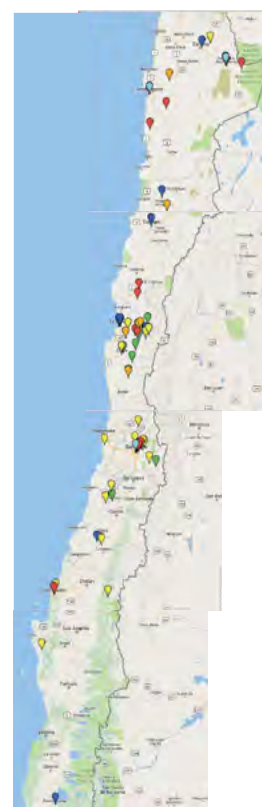
La astronomía se está considerando como un activo económico para el desarrollo de nuestro país, ya que el auge astronómico a futuro representa una gran variedad de oportunidades para el desarrollo de la economía;

En el proyecto Astroturismo Chile⁶ del Servicio Nacional de Turismo (Sernatur) señalan que;

“mediante el turismo se favorece la divulgación y valoración social de la astronomía entre públicos amplios, contribuyendo a la protección de los cielos oscuros; por otro lado, el astroturismo, ofrece a la industria turística nuevos atractivos y experiencias únicas que pueden comercializarse como productos de nicho (turismo de intereses especiales) o como complemento de otros productos turísticos dirigidos a turistas generales.

Dentro de los productos astroturísticos encontramos visitas a observatorios científicos, observatorios turísticos, observatorios museo, parques astronómicos y planetarios; visitas a parques nacionales, reservas naturales, lugares reconocidos por la oscuridad de sus cielos o sitios arqueo-astronómicos; hoteles temáticos, granjas astronómicas y campings astronómicos; tours, expediciones y eventos o convenciones astronómicas, entre otros. En este sentido, es posible afirmar que la industria turística nacional aún no ha aprovechado todas las oportunidades que ofrece el astroturismo, considerando las extraordinarias ventajas comparativas que tiene Chile en relación a otros destinos” (2016).

Mapa de oferta



- Alojamiento astronómicos (24)
- Tour operadores (55)
- Observatorio turístico privado (22)
- Observatorio turístico público (6)
- Observatorio científico (11)
- Planetarios y Museos (3)

Podemos observar que el mayor número de oferentes astronómicos en nuestro país corresponde a los operadores de tours, posicionados mayoritariamente en la zona norte y central del país, seguido de los observatorios turísticos privados, y relegando en los últimos lugares al número de oferentes relacionados a la divulgación en el sector público, así como lo que respecta al sentido cultural de lo que representan los cielos oscuros de Chile (Museos y planetarios).

Imagen 2. Mapa de oferta. Fuente: Proyecto Astroturismo Chile (2016).

7. Astroturismo Chile busca transformar a nuestro país en un destino astroturístico de excelencia, que sea reconocido y admirado en el resto del mundo por el atractivo, calidad, variedad y sustentabilidad de su oferta.

Oferentes de astroturismo según continente

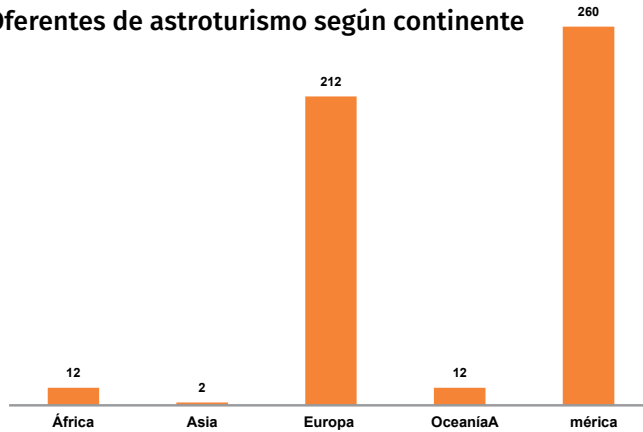


Figura 8. Astroturismo Chile (2016) Catastro de oferta continental de astroturismo [Esquema].

Oferentes de astroturismo según país

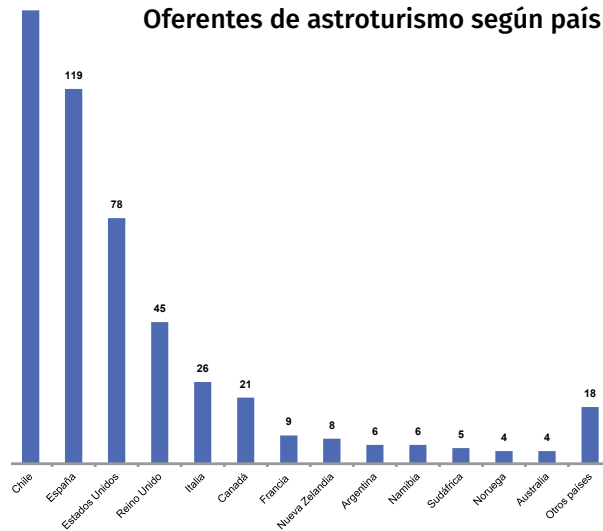


Figura 9. Astroturismo Chile (2016). Catastro de oferta internacional de astroturismo [Esquema].

Visitas totales en 2014

Tipo de oferente	Casos	Cantidad de visitas declaradas en 2014	Promedio de turistas por oferente	Porcentaje
Observatorios científicos internacionales	5	14.737	2.947	4%
Observatorios científicos nacionales universitarios	5	11.760	2.352	3%
Observatorios turísticos públicos	5	69.250	13.850	17%
Observatorios privados sin fines de lucro	6	16.200	2.700	4%
Observatorios privados con fines de lucro	8	33.000	4.125	8%
Alojamientos con oferta de astroturismo	13	46.980	3.614	12%
Tour operadores	12	20.440	1.703	5%
Planetarios y museos	2	187.200	93.600	47%
Total	56	399.567	7.135	100%

Figura 10. Proyecto astroturismo Chile (2016). Visitas totales por astroturismo en 2014 [Tabla].

Al contrario de lo que nos indican los datos sobre oferta de astroturismo en Chile, cuando analizamos la demanda nacional, podemos darnos cuenta de que la mayor cantidad de asistencias a estos destinos corresponden a planetarios y museos, contando la asistencia de escolares y a observatorios públicos, apreciando la muestra excluyendo escolares de la tabla 5 y 6. Podemos concluir por tanto, que la oferta hacia lo público y lo relacionado con la educación no se condice con la alta demanda que estos espacios provocan en la población en general.

También se puede observar que la región donde más se concentra la visita de turistas astronómicos es la IV región de Coquimbo, liderados por turistas nacionales con un 68% del total de asistencias contra un 32% de turistas extranjeros.

Los cielos de Chile Como recurso cultural

Por el derecho a ver las estrellas. Una de las preguntas más existenciales de la humanidad, comienza a buscar sus respuestas en las primeras civilizaciones, cuando nuestros antepasados centran su mirada en la bóveda celeste.

En EducarChile⁸ señalan que “el conocimiento de la Astronomía proviene de la observación de monumentos megalíticos encontrados en diversas partes del mundo. Las construcciones encontradas en Mesoamérica y Sudamérica, además de contar con numerosa evidencia arqueológica, etnográfica e histórica, existe evidencia tangible del uso de calendarios y de medidas del tiempo basadas en la observación del cielo. En particular, las culturas Maya e Inca se alzan como manifestaciones culturales en donde la cosmología o cosmovisión fueron elementos sustanciales para la construcción de su civilización” (2016)

Actualmente existe una iniciativa que está siendo impulsada por astrónomos de diversas partes del mundo. Según lo señalado, la idea es que los cielos chilenos como patrimonio se concrete en 3 a 5 años, aunque ya trabaja para ello, una comisión, llamada “Ventanas al Universo, de dónde venimos y a dónde vamos” que será presentada a la Unesco⁹

Mario Hamuy, señala que de la inversión total en proyectos astronómicos, solo el 20% lo ejecutan empresas nacionales y que incrementarlo es uno de los principales desafíos para los próximos años.

Ciencia y Tecnología

Lo que dice la
OCDE **2,4%** del PIB

Lo que invierte
CHILE **0,38%** del PIB

⁸. Sitio digital educativo chileno, mantenido y financiado conjuntamente por el Ministerio de Educación de Chile y la Fundación Chile, con el propósito de implementar en el ciberespacio educativo.

⁹. Astrónomos promueven a los cielos chilenos como patrimonio de la humanidad. Recuperado desde <http://goo.gl/kfx50W>

Los cielos de Chile

Como recurso ambiental, la Contaminación lumínica

Los cielos oscuros del norte de Chile son un recurso único e inigualable. Las características atmosféricas de la región de Atacama, Antofagasta y Coquimbo presentan las más óptimas condiciones para la observación astronómica.

Además de los efectos adversos de este fenómeno sobre la astronomía y la observación del cielo oscuro también implican al reino animal, el reino vegetal y la salud de las personas.

Sobre el Impacto al medio natural; “la contaminación lumínica “ecológica”, se refiere a la alteración de los regímenes de luminosidad naturales en los ecosistemas terrestres y acuáticos. La progresiva ocupación del territorio provoca que los hábitats, ecosistemas y comunidades de fauna sensibles, se encuentren expuestos al impacto de la luz artificial en la noche, así como a los efectos directos de la contaminación atmosférica que reducen la calidad del cielo nocturno”. (Conama, 2012)

Sobre el impacto a la salud humana; “La luz nocturna, cuando es de suficiente intensidad y de la longitud de onda apropiada, es translucida a una señal eléctrica que viaja al sistema nervioso central. Esta señal altera la función del reloj biológico y en última instancia, la producción de melatonina, Así, la reducción de la melatonina por luz durante la noche informa a muchos de nuestros órganos que es de día, cuando, de hecho, es de noche, por lo que reajustan su fisiología en concordancia.” (Conama, 2012)

Lo que más afecta la apreciación de un cielo oscuro y por ende la observación astronómica es la contaminación lumínica, que es causada por la mala utilización de la luz artificial por parte de las personas.

Según la OTPC y la OPCC¹⁰, La contaminación lumínica puede definirse como:

“la introducción, directa o indirecta, de luz artificial en el medio ambiente y sin embargo la que podemos evitar es la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces” (2010)

Más del **80%** del MUNDO vive bajo un CIELO con **CONTAMINACIÓN LUMÍNICA** (Falchi et al., 2016)

39,7% de lo Chilenos vive bajo un nivel **EXTREMO DE BRILLO NOCTURNO** (Falchi et al., 2016)

CHILE se ubica en el puesto **19** de los **20** **MÁS CONTAMINADOS** por población en el mundo (Falchi et al., 2016)

10. OTPC, Oficina Técnica para la Protección de la Clidad del cielo, Tenerife, España. **OPCC**, Oficina de protección de la calidad del Cielo del norte de Chile.

Actores y demandas

Los observatorios, universidades y organizaciones de astrónomos son actualmente los más preocupados con la problemática

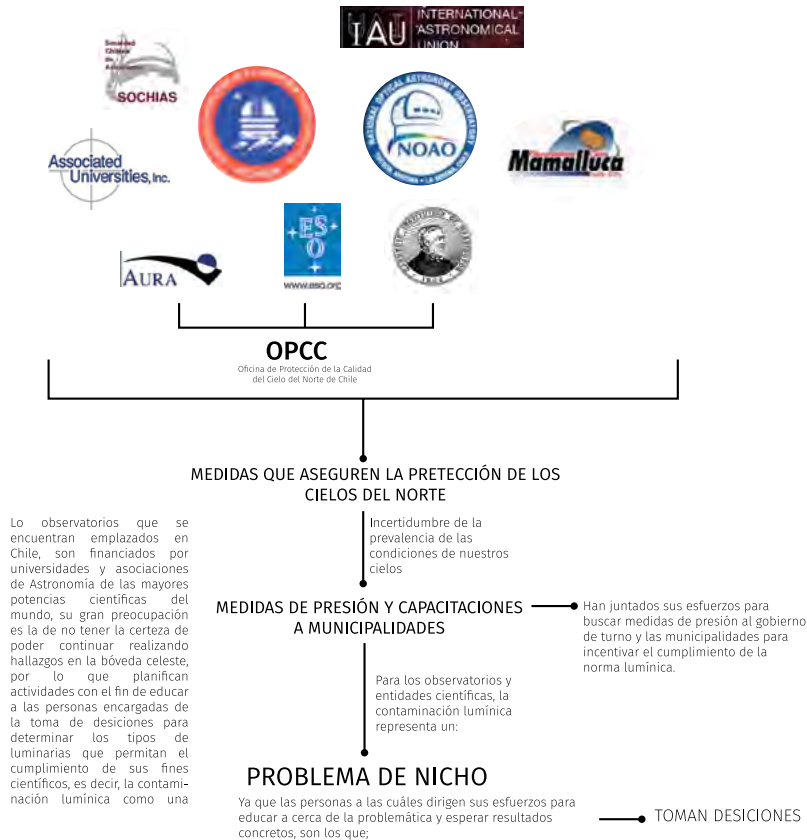


Figura 11. Araya, Diego (2016). Actores y demandas 1 [Esquema].

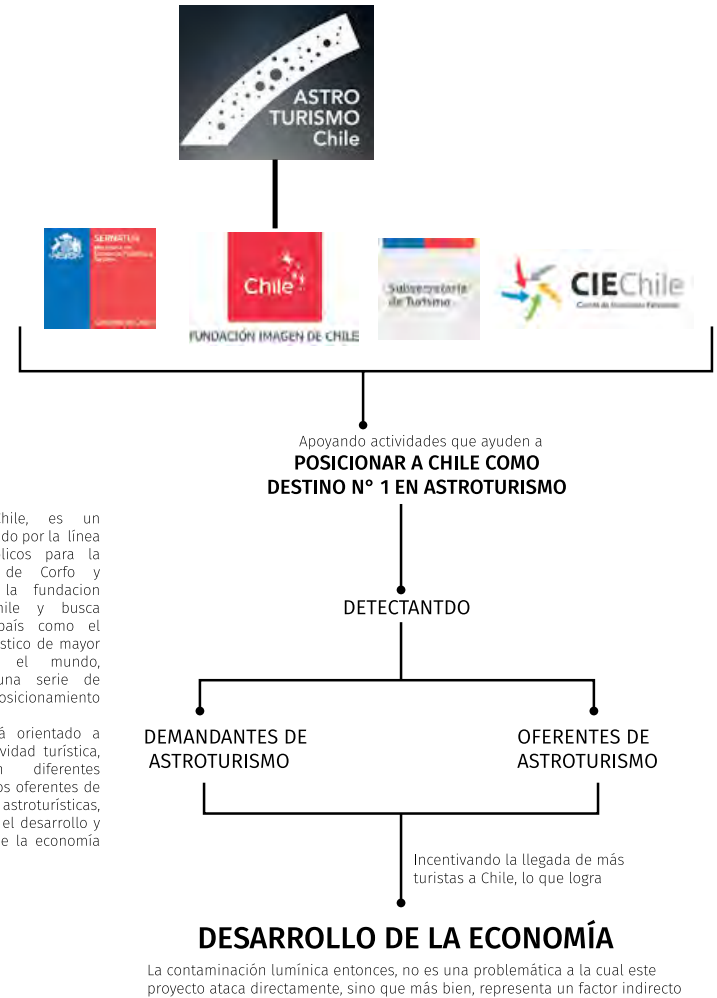


Figura 12. Araya, Diego (2016). Actores y demandas 2 [Esquema].

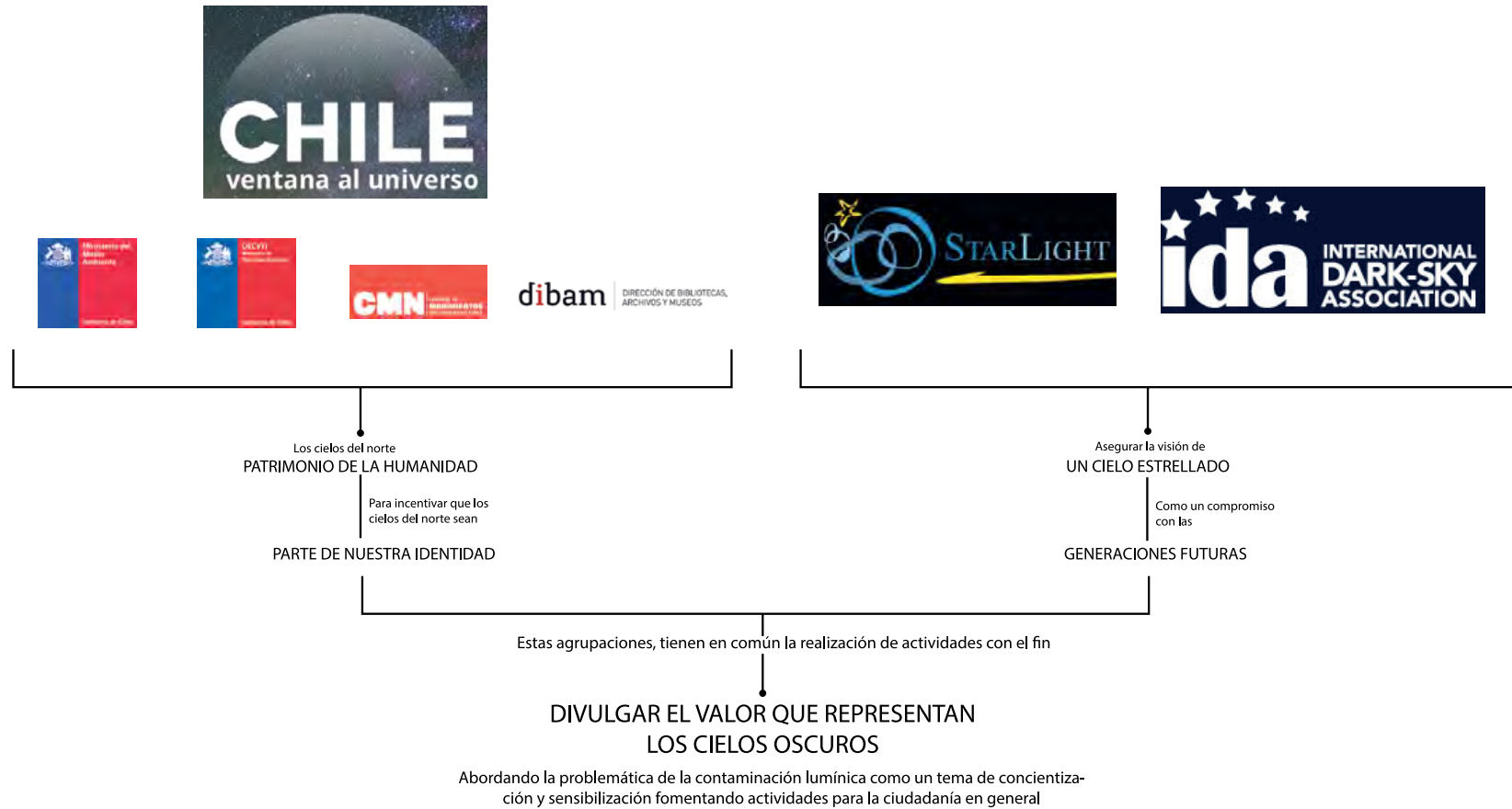


Figura 13. Araya, Diego (2016). Actores y demandas 3.[Esquema].

Oportunidad de diseño

Cuando existe una población que no tiene conocimiento acerca de una problemática, no le atribuye el valor de lo que representa su protección.

El astrónomo de SOCHIAS, Guillermo Blanc, señala que una actividad de difusión *puede tener un gran impacto, en términos de que el público, y la ciudadanía en general sienta una sensación de pertenencia, de orgullo nacional, de patrimonio con el cielo del norte* y que también sería importante poder generar instancias de difusión sobre el tema específico de la contaminación lumínica, porque sobre ciencia y astronomía ya hay mucho en el país, pero sobre contaminación lumínica y ciudadanía, poco y nada (2016).

También señala que “el gobierno debe decir que no sólo van a pasar una ley de protección de los cielos, sino que *se necesita una campaña de fiscalización y de educación súper fuerte, para que la gente entienda que la contaminación lumínica es un tema grave*” (Astroturismo, 2016). La preocupación por la degradación de los cielos oscuros de calidad va más allá de la implementación de normas¹¹ para el uso de la luz artificial y es aquí el punto en donde el diseño puede jugar un papel importante. También, dentro de los objetivos primordiales que busca la OPCC que se financia a través de las más relevantes organizaciones de astronomía del mundo, indican que “Es necesario Informar y sensibilizar a distintos sectores y en general a los servicios e instituciones públicas y privadas *respecto de la necesidad de proteger el patrimonio ambiental que constituyen los cielos del norte de Chile*” (2015).

Esto se ve reforzado por la reciente iniciativa del proyecto Astroturismo, financiado por la línea de bienes públicos para la competitividad de Corfo y apoyados por la fundación imagen de Chile, que buscan posicionar al país como el destino astroturístico más importante del mundo, indicando que la sensibilización en torno a la necesidad de proteger los cielos de la contaminación lumínica es aún muy baja, sin que todavía exista conciencia masiva del valor científico, económico y cultural de este recurso y que no se han generado espacios de sensibilización y coordinación con las comunidades del entorno de los destinos astroturísticos para promover el control a largo plazo de la contaminación lumínica en sus territorios.

Es por esto que se identifica como una oportunidad de diseño la **carencia de una instancia tangible con relación a la contaminación lumínica, su difusión y divulgación a la ciudadanía en general.**

11. D. S. N°43/2012 del MMA. Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica

Contexto

“La educación no formal (ENF) hace referencia a todas aquellas actividades que se llevan a cabo fuera del ámbito escolar, así mismo pretendiendo desarrollar competencias y facultades intelectuales y morales de los individuos. Se entiende pues como educación no formal el conjunto de procesos, medios e instituciones específicas y diferencialmente diseñados, en función de explícitos objetivos de formación o de instrucción, que no están directamente dirigidos a la provisión de los grados propios del sistema educativo reglado”. (Trilla, 1998:30)

De esta forma, el proyecto se abordará bajo los lineamientos del programa Explora. Explora es un Programa Nacional de Educación no formal en Ciencia y Tecnología, creado en 1995 por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT que busca contribuir a la creación de una cultura científica y tecnológica en la comunidad, particularmente en quienes se encuentran en edad escolar, mediante acciones de educación no formal con objeto de desarrollar la capacidad de apropiación de los beneficios de estas áreas. (Explora, 2016)



Imagen 3. Monitores del programa mostrando procedimientos a escolares.
Fuente: <https://goo.gl/x6h6qn>

La astronomía, como una de las ciencias más atractivas para la ciudadanía en general (Academia Chilena de Ciencias, 2005), se presenta como una oportunidad de canal y/o plataforma para generar conciencia de mayor impacto a cerca de lo perjudicial de la mala utilización de la iluminación artificial y contribuir a generar una cultura científica en los escolares de educación general básica en la región, promoviendo la concientización del patrimonio de los cielos oscuros del norte a través de su valoración.

PAR Explora Coquimbo

Sergio González, director de PAR Explora Coquimbo, señala lo siguiente con respecto a las líneas de trabajo de la región; “El Proyecto Asociativo Regional presentado liderado por la Universidad Católica del Norte, sede Coquimbo, es una iniciativa que articula a las principales instituciones de la Región de Coquimbo en el desarrollo de acciones y productos de ciencia y tecnología para diferentes públicos, con énfasis en la comunidad educativa. En la Región se han constituido tres focos de investigación científica de interés público y que forman parte de la identidad regional: Ecología de zonas áridas, Astronomía y Ciencias del mar, así el PAR Coquimbo centra sus Lineamientos principales en dichas temáticas.”

Coquimbo ha recibido la denominación de “Región Estrella” haciendo énfasis al interés regional de potenciar diferentes actividades productivas asociadas a la investigación astronómica. La calidad de los cielos del norte de Chile es de interés mundial, lo que ha resultado en la inversión de miles de millones de dólares en proyectos astronómicos. La calidad de los cielos nocturnos es amenazada por la iluminación asociada al creciente desarrollo urbano, lo que requiere de importantes esfuerzos en educación pública.

3

Marco Teórico

El diseño de experiencias

Cualquier proceso que vivamos estando conscientes de lo que sucede y envueltos en un contexto específico, es una experiencia. "Experimentar" es reconocer que se altera nuestro ambiente, cuerpo, mente, espíritu o cualquier otro aspecto de nosotros mismos que tenga relación con lo sensitivo (Diller; Shedroff y Rhea, 2008).

Esta definición de experiencia viene del marketing y de cómo las empresas pueden ofrecer experiencias significativas para sus clientes. Una experiencia en este contexto debe cambiar algo en el cliente, transformar su apreciación sobre un suceso por medio de la alteración de sus percepciones. En este sentido, para Gilmore & Pine en su trabajo "The experience economy" es la experiencia una serie de sucesos memorables, proyectados por una empresa, con el fin de involucrar al cliente (1999). Lograr un vínculo personal con el individuo; provocar sensaciones que lo encanten y a partir de esto, generar un recuerdo que trascienda en su consciencia.

Donald Norman, especialista en ciencia cognitiva e ingeniería de la usabilidad, define la experiencia del usuario en tres dimensiones. La primera dimensión corresponde a lo Visceral, lo cual se relaciona con el impacto inicial ante un producto, la apariencia y las sensaciones inmediatas. Lo segundo tiene relación con lo Conductual, que tiene que ver con la usabilidad y el funcionamiento. Y en una tercera dimensión encontramos lo Reflexivo, un aspecto de interpretación, comprensión y razonamiento a través de experiencias previas y recuerdos. (2005).

En estos campos, se proyecta una experiencia para provocar un sentimiento, un comportamiento, un deseo, etc. en el usuario visto como cliente, con un producto o servicio el cual tiene relación con el ámbito comercial y de consumo.

Así es como existen varias perspectivas en torno a la experiencia del usuario, Ortíz Nicolás (2014) en su trabajo "Qué es la experiencia del usuario en el diseño de producto" realiza una revisión de literatura de 10 modelos de experiencia humana y experiencia de usuario, desde la psicología, sociología y el diseño industrial, para generar un modelo conectado de teorías para entender de manera general los aspectos más relevantes sobre la experiencia de usuario.

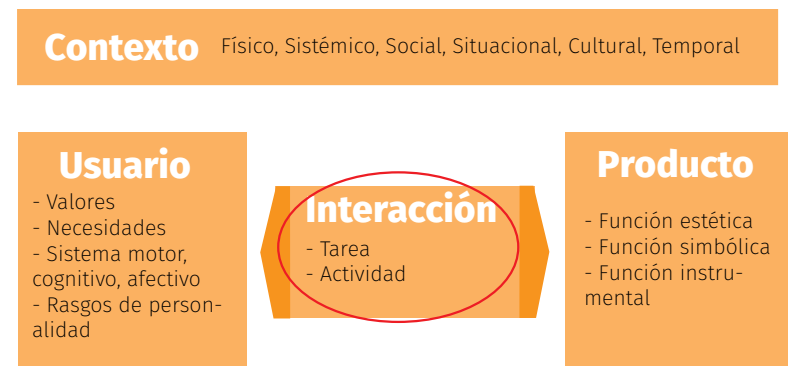


Figura 14. Adaptación de esquema Escenario de experiencia de usuario (Ortiz Nicolás, J.C. 2014.)

Se identifican cuatro elementos que se repiten constantemente en la literatura investigada que impactan de manera directa a la experiencia de uso: el usuario, el artefacto, la interacción y el contexto. Es necesario entender la relación que existe entre estos cuatro factores para proyectar una solución integral de diseño.

Por otro lado, y con un enfoque hacia la interacción, Bill Buxton explica que “el verdadero resultado del diseño no está en el producto o entidad física, sino más bien en las respuestas emocionales y en el comportamiento de quienes interactúan con el elemento diseñado” (2007). Un problema de diseño enfrentado con este enfoque transita del enfoque centrado en el objeto, a uno centrado en el usuario y la experiencia.

Éste enfoque muestra las herramientas para desarrollar *experiencias interactivas lúdicas*, Francisco Zambrano explica que el principal foco de atención es diseñar un sistema donde el usuario, o “participante”, es la pieza principal y el protagonista. Señalando que “quiere decir que el diseño del objeto propiamente tal queda supeditado a las acciones que pueden esperarse de los participantes, por lo que uno de los ejercicios intelectuales más importantes en el diseño de experiencias es poder visualizar como van a interactuar los participantes con el objeto diseñado. El diseño de juegos se asoma como uno de los métodos más representativos de dirigir el foco a los participantes, diseñar un juego se trata básicamente de crear una experiencia que está demarcada por un tiempo, un espacio y un conjunto de reglas. Estas reglas no necesariamente responden a las mismas normas del mundo real, sino más bien definen un mundo especial que solo existe mientras dure la interacción” (2014).

Una interacción lúdica entonces, involucra un contexto abstraído de la cotidianidad y supone un círculo mágico como el mundo ficticio del juego que se determina por reglas. Cada elección de los participantes durante el juego determina un resultado que puede ser o no la meta del juego, esto permite un rol activo de los participantes y una experiencia significativa de mayor pregnancia.

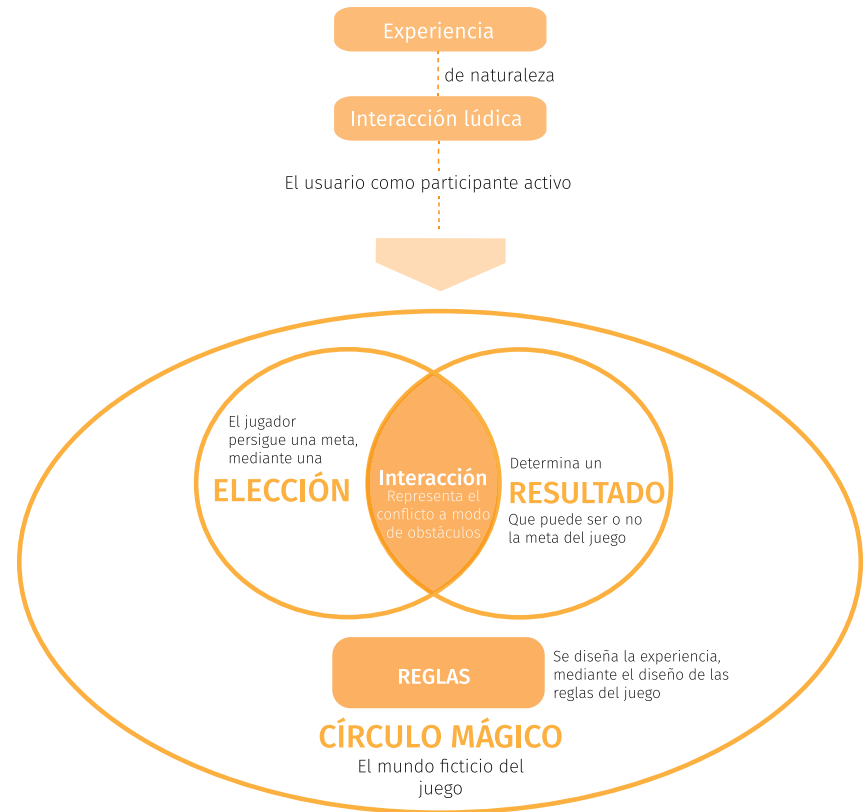


Figura 15. Adaptación “Rules of Play” Game Design Fundamentals (Salen, Katie & Zimmerman, 2004) y “Homo Ludens” (J. Huizinga). [Esquema].

Luz

La luz es una forma de radiación electromagnética, llamada energía radiante, capaz de excitar la retina del ojo humano y producir, en consecuencia, una sensación visual.

“La energía radiante fluye en forma de ondas en cualquier medio con una dirección determinada (propagación rectilínea), y sólo es perceptible cuando interactúa con la materia, que permite su absorción o su reflejo. Hay entonces un cuerpo emisor de la energía radiante y otro que la recibe.” (Sirlin, E. (n.d.).

Físicamente se puede interpretar la luz de 2 maneras, asociadas entre sí:

- como una onda electromagnética,
- como un corpúsculo o partícula.

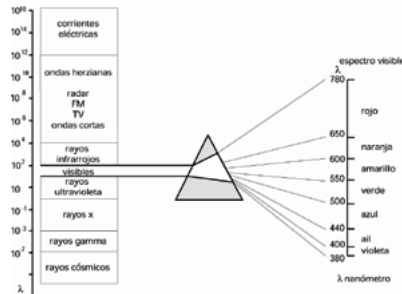


Imagen 4. Espectro de ondas electromagnéticas. Fuente: <https://goo.gl/mfyzPb> Sirlin, n.d.

En el espectro de ondas electromagnéticas se puede ver la ínfima porción que corresponde al espectro visible al ojo humano, medidas en nanómetros¹².

“El espectro visible es la porción del espectro electromagnético percibida por el ojo humano, y comprende las emisiones radiantes de longitud de onda desde los 380 nm hasta los 780 nm (puede variar según la bibliografía utilizada). La luz blanca percibida es una mezcla de todas las longitudes de onda visibles. El espectro visible se puede descomponer en sus diferentes longitudes de onda mediante un prisma de cuarzo, que refracta las distintas longitudes de onda selectivamente” (Sirlin, E. (n.d.).

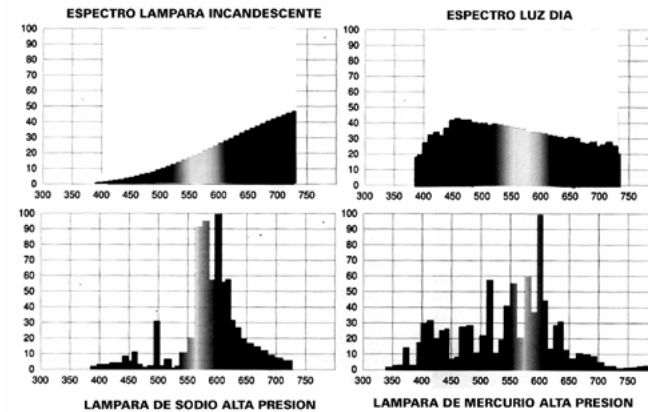


Imagen 5. Modelos de espectros visibles. Fuente: Sirlin, n.d.

Espectros continuos, como el que se obtiene al descomponer la luz solar y el de las emisiones lumínicas producidas por cuerpos sólidos (incandescencia).

Espectros de líneas, como el que se obtiene de lámparas con emisiones lumínicas producidas a través de descarga de gases o cuerpos gaseosos en general.

¹² El Nanómetro (nm) es la unidad de longitud que equivale a una mil millonésima parte de un metro. Comúnmente se utiliza para medir la longitud de onda de la radiación ultravioleta, radiación infrarroja y la luz.

Luminarias

Componentes de una luminaria

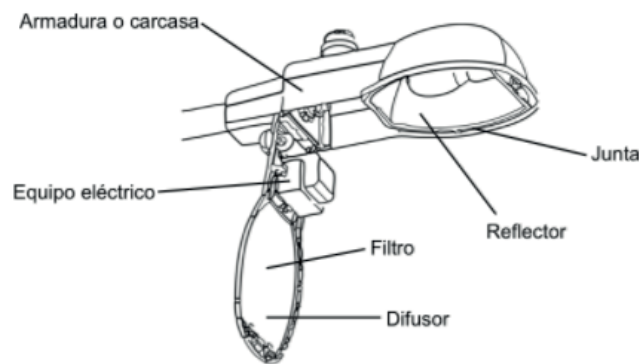


Imagen 6. Partes de una luminaria. Fuente: <https://goo.gl/yGCvsX>

Los elementos que servirán para el propósito del proyecto, son los siguientes:

- **Armadura o carcasa:** Generalmente de materiales resistentes como chapas de acero o de aluminio, ya que este es el elemento que integra las demás componentes
- **Reflector:** Superficies que direccionan el flujo luminoso de la lámpara. Se fabrican también con chapas de acero finas esmaltadas, aluminio anodizado, y de alta reflectancia.
- **Difusor:** Pantalla o carcasa que encierra la lámpara. Para difundir el haz de luz y evitar deslumbramiento.
- **Filtro:** Acoplado a los difusores, potencian o disminuyen distintos tipos de radiaciones, modifican el color de luz de las lámparas

Norma para la regulación de la contaminación lumínica

D. S. N°43/2012 del MMA
Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica

En 1998 se concreta el mayor avance en cuanto a convenios de observatorios astronómicos con el estado de Chile, ya que se sentan las bases para establecer una norma que regule la contaminación lumínica que aumenta exponencialmente con el desarrollo de las ciudades modernas.

Esta norma está basada en sus ejes centrales a la norma existente de Hawaii¹³, y entró en vigencia en 1999, para ser revisada y publicada nuevamente como decreto el año 2012, entrando en vigencia el 2013.

En la certificación del observatorio AURA como un Santuario natural de los cielos oscuros, señalan los tipos de alumbrado exterior:

“1. Alumbrado de Exteriores: El alumbrado ambiental, alumbrado deportivo y recreacional, alumbrado funcional, alumbrado industrial, alumbrado ornamental y decorativo.

2. Alumbrado ambiental: El que se ejecuta generalmente sobre soportes de baja altura (3 a 5 metros) en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos y vías de velocidad limitada.

3. Alumbrado deportivo y recreacional: Aquel destinado a la iluminación de áreas donde se llevan a cabo actividades deportivas y recreacionales.

5. Alumbrado industrial: Aquel destinado a áreas de trabajo, faenas mineras, barrios industriales y similares.



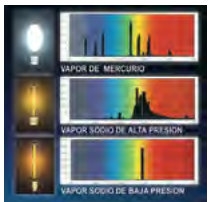

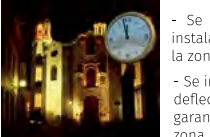
6. Alumbrado ornamental y decorativo: Aquel destinado a la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como estatuas, murallas, fuentes y similares.”

30% de
REDUCCIÓN de la
CONTAMINACIÓN
LUMÍNICA
CON LA NORMA
desde 1999 A 2010
(Conama, 2012)

13. Ordenanza 88 122. Una Ordenanza que modifica el capítulo 14 , artículo 9 , del Código de 1983 del Condado de Hawai, relativo a la iluminación al aire libre.

**RESUMEN DE CRITERIOS
D. S. N°43/2012 del MMA
Norma de Emisión para la
Regulación de la Contaminación
Lumínica**

Figura 17. Resumen de criterios. Desarrollada por el autor. [Tabla].

CRITERIO	CONSIDERACIONES	
<p>1 EVITAR LA EMISIÓN DE LUZ DIRECTA HACIA EL CIELO Y EN ÁNGULOS CERCANOS AL HORIZONTE.</p>	 <p>Imagen 10. Fuente: Guía práctica de Iluminación de exteriores opcc-otpc Imagen 3, pág. 7.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Luminarias con reflector y cierres transparentes, preferentemente de vidrio plano. - Proyectores frontalmente asimétricos, con asimetrías adecuadas a la zona a iluminar e instalados sin inclinación - Porcentaje de emisión al hemisferio superior instalado inferior al 0,2% (preferentemente 0%) - Utilizar apuntamientos (dirección de la intensidad máxima) de proyectores con ángulos inferiores a 70°. (Ello evita deslumbramiento a usuarios y vecinos). (preferentemente 0%) - Evitar el envío cerca del horizonte (los primeros 10°, 20°) (preferentemente 0%), produce un resplandor de 6 a 160 veces superior que el mismo flujo reflejado en el suelo.
<p>2 EVITAR EXCESOS EN LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN.</p>	 <p>Imagen 11. Fuente: Guía práctica de Iluminación de exteriores opcc-otpc Imagen 4, pág. 8.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Atenderse, en este orden, a las leyes, reglamentaciones, normas y recomendaciones para establecer los niveles necesarios para la iluminación de espacios - No proyectar con exagerados niveles de iluminación en zonas socialmente conflictivas. Hay estudios que indican que los excesos de iluminación y especialmente el deslumbramiento - Reducir los niveles de iluminación o incluso el apagado de la instalación a partir de ciertas horas de la noche o si la actividad o premisa que indujo su instalación cambiase de requisitos luminotécnicos - No superando en ningún caso el 20% sobre los valores luminotécnicos indicados (aún considerándose mínimos)
<p>3 NO UTILIZAR LÁMPARAS CON RADIACIONES INFERIORES A LOS 500 NANÓMETROS</p>	 <p>Imagen 12. Fuente: Guía práctica de Iluminación de exteriores opcc-otpc Imagen 5, pág. 8.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se recomienda, cuando sea necesaria la luz blanca, el uso de LEDs de color blanco cálido (<3000°K). - Las emisiones inferiores a 500 nm. producen mayor deslumbramiento a las personas mayores - Cuando el rendimiento cromático referido para una instalación no sea un objetivo primordial, utilizar lámpara/luminaria que ofrezca la iluminación más eficiente pero con mínimas emisiones por debajo de los 500 nm (sin luz azul o UV). - Las nuevas lámparas LED de color blanco neutro y frío (>3000°K) tienen una fuerte emisión en 470nm (hasta 3 - La dispersión de la luz en la atmósfera (resplandor luminoso) en entornos limpios (observatorios astronómicos) es aproximadamente inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda, una emisión en el color ámbar (590nm) es 3 veces menos dispersada que una en 440nm. Por estas razones, debe evitarse radiaciones por debajo de los 500nm
<p>4 DISEÑAR LAS INSTALACIONES CON EL MÁXIMO FACTOR DE UTILIZACIÓN.</p>	 <p>Imagen 13. Fuente: Guía práctica de Iluminación de exteriores opcc-otpc Imagen 6 y 7, pág. 9.</p>	<p>$K = \text{iluminancia media mantenida} \times \text{superficie de cálculo} / \text{dividido por los lúmenes instalados}$.</p> <p>Deberá cuidarse que el factor de utilización mantenido (K) en la vía, calzada, plaza o recinto sea superior al 30% o la utilancia superior al 40%, evitando colocar las luminarias o los proyectores alejados de la zona a iluminar o en su caso minimizar la luz proyectada fuera de la zona útil.</p>
<p>5 ALUMBRADO ORNAMENTAL, LOS PROYECTORES SE INSTALARÁN PREFERENTEMENTE DIRIGIDOS DE ARRIBA HACIA ABAJO.</p>	 <p>Imagen 14. Fuente: Guía práctica de Iluminación de exteriores opcc-otpc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se puede evitar sobredimensionar las instalaciones y no proyectar luz más allá de la zona de interés. - Se instalarán viseras, paralúmenes, deflectores o aletas externas que garanticen el control de la luz fuera de la zona de actuación. - Después de media noche o antes, debe mantenerse apagado este tipo de instalaciones, existiendo también la opción de usar reductores del flujo lumínico

TIPOLOGÍA DE LÁMPARAS

Las lámparas que normalmente se usan en alumbrado de exteriores son las de descarga y se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para algunos usos u otros.

TIPO	PRESIÓN	UTILIZACIÓN	EFIC. ENERGÉTICA	VIDA ÚTIL	CONSIDERACIONES
1  Lámpara de fluorescencia	Baja presión	Iluminación doméstica e industrial En exterior normalmente en balizas.	Alta, frente a las incandescentes	10.000 horas	- Es recomendable el uso de lámparas con temperatura de color inferior a 3000°K por su menor impacto en el medioambiente y la astronomía.
2  Lámpara de vapor de mercurio y luz mezcla	Alta presión	Iluminación doméstica e industrial En exterior normalmente en balizas.	Baja 40-63 lm/w 50% pérdidas por calor 24,5% infrarrojo 1,5% UV 24% Luz visible	25.000 horas	- Su espectro posee una gran cantidad de radiación ultravioleta, lo cual es muy perjudicial para la astronomía y el medio
3  Lámpara de vapor de sodio de alta presión	Alta presión	La más utilizada en alumbrado	Alta 70-183 lm/w 56% pérdidas por calor 3,5% infrarrojo 40,5% Luz visible	25.000 horas	- Su rendimiento cromático no es alto aunque suficiente para la mayoría de las situaciones. - Su gran capacidad para contrastar los objetos la hace bastante recomendable para zonas de circulación de vehículos.
4  Lámpara de vapor de mercurio con halógenos	Alta presión	Apropiadas para instalaciones ornamentales, deportivas y recreativas	Media 75-95 lm/w 64,5 pérdidas por calor 15% infrarrojo 4% UV 16,5% Luz visible	10.000 horas	- Gran capacidad de reproducción cromática - Existe una variedad tipología, siendo la más recomendada, la nueva lámpara de halógenos metálicos con tecnología cerámica y temperatura de color inferior a 3000°K, dada su menor radiación ultravioleta e impacto medioambiental.
5  Lámpara de vapor de sodio de baja presión	Baja presión	Alumbrado de grandes avenidas, autopistas, calles, parques (Luz monocromática).	Alta 100-183 lm/w 44% pérdidas por calor 25% infrarrojo 31% Luz visible	23.000 horas	- Desde el punto de vista astronómico y medioambiental es la mejor opción para usar en alumbrado exterior. - Esta lámpara es la que genera más lúmenes por vatio del mercado ambiente.
6  LED (Diodo emisor de luz)	A diferencia de las lámparas de descarga, estos diodos no generan emisión de	Óptimos para el uso ambiental (plazas, parques, peatonales, etc.).	Muy Alta	Entre 50.000 y 100.000 horas	- Desde el punto de vista astronómico y medioambiental existen LEDs con temperatura de color cálido (<3000°K) con bajo contenido en el color azul. - También se encuentran disponibles LEDs con un espectro similar al vapor de sodio, con lo cual es posible que esta tecnología sustituya a todo lo anterior.

Figura 18. Tipología de lámparas. Desarrollada por el autor. [Tabla].

Impacto en la observación astronómica

La mayoría de la observación astronómica que se realiza en Chile se realiza a partir de la proyección de una banda de luz emitida por un telescopio y lo que causa la luz dispersada de las ciudades es intervenir en dicha banda de luz que permite la observación, arrojando resultados alterados de lo que se espera observar.

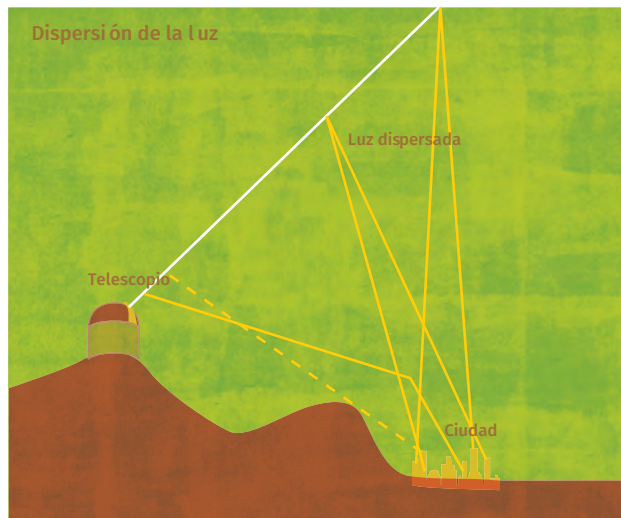


Imagen 7. Dispersión de luz en observación astronómica. Cielos para la observación astronómica. Fuente: Conama (2012).

Algunos datos (Malcom Smith, 2011 / Richard Wainscoat, 2011)

- La Ciudad de La Serena ha crecido en las últimas 2 décadas un 70% su población
- El observatorio de AURA es el que más se ve amenazado por la contaminación lumínica, y es la primera organización astronómica en hacer un observatorio en Chile (1960, Cerro Tololo)
- El año 2012 nace la iniciativa desde la IAU (International Astronomical Union) y la ICO MOS (Organización consultora de sitios culturales) hacia la UNESCO, de que el gobierno de Chile proponga los cielos nocturnos de Chile como Patrimonio científico Mundial.
- Los 3 lugares propuestos como “Ventanas al Universo”:
 - Mauna Kea - Hawái
 - Islas Canarias
 - Norte de Chile
- La propuesta de un túnel en los Andes para favorecer el comercio entre China y Brasil, traerá desarrollo al Elqui, por lo tanto, mayor contaminación lumínica.
- Si el cielo nocturno es 10% más brillante, se requiere 10% más de tiempo a los astrónomos hacer sus observaciones.
- Existen factores naturales que también aumentan la contaminación lumínica como la Luz Zodiacal.
- Las galaxias más tenues son 40 veces más débiles que la emisión natural del cielo nocturno.

Medición de la calidad de un cielo oscuro

Existen diversas formas de medir la calidad de un cielo con respecto a la iluminación artificial de las ciudades:

1) Fotometría

“Parte de la óptica que trata de las leyes relativas a la intensidad de la luz y de los métodos para medirla.”

Las medidas del brillo del fondo del cielo se expresan en mag/arcsec²¹⁴. y se mide no solo el brillo del cielo, ya que también existen otros parámetros esenciales

- La nitidez, expresada en la capacidad de distinguir a simple vista dos objetos celestes muy cercanos entre sí.
- La transparencia, la cantidad de objetos celestes que se pueden ver.
- La extinción atmosférica, o dispersión de la luz procedente de las estrellas por las moléculas del aire.
- La cobertura de nubes, porcentaje de noches despejadas en un sitio específico.

El equipo más utilizado para realizar las mediciones de la calidad de un cielo oscuro es el Fotómetro, un instrumento que mide la intensidad de la luz recibida, la intensidad de luz dispersa, absorbancia y fluorescencia.

2) Magnitud estelar

Otra manera de determinar la calidad de un cielo oscuro es a través de la observación a simple vista.

Para cuantificar el brillo de una estrella, los astrónomos usan un sistema de “magnitud estelar”. La “magnitud” o brillo de la estrella que observamos depende tanto del brillo intrínseco de la estrella como de su distancia a la Tierra. En base a esto, a cada estrella se le asigna un número de magnitud aparente. Debido a que la escala de magnitud es una escala relativa, hay una “magnitud de punto cero” a la que se comparan todas las otras estrellas que vemos.

En el proyecto GlobeatNight indican que “Los objetos más brillantes que Vega¹⁵ tienen magnitudes negativas (por ejemplo, Sirius tiene una magnitud de -1.46 y la magnitud del Sol es -26.74). Sin embargo, casi todos los objetos en el cielo son más oscuros que Vega y tendrán magnitudes mayores que cero. Los objetos más oscuros que podemos ver a simple vista son de magnitud 7, y con la ayuda de telescopios, podemos medir hasta la magnitud 25a”. (2016)

Por lo tanto, al mirar el cielo, mientras más oscuro sea, las estrellas más débiles se pueden apreciar, por lo tanto la magnitud limitante es mayor, y esto indica una menor contaminación lumínica.

14. Magnitud que mide el brillo aparente de objetos astronómicos y/o su conjunto en un área determinada, se expresa como una unidad de medida angular.

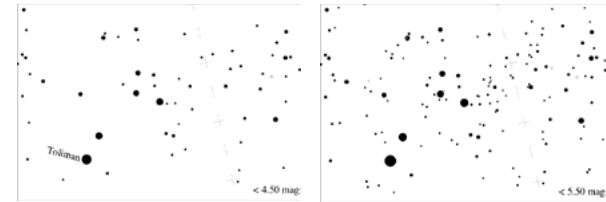
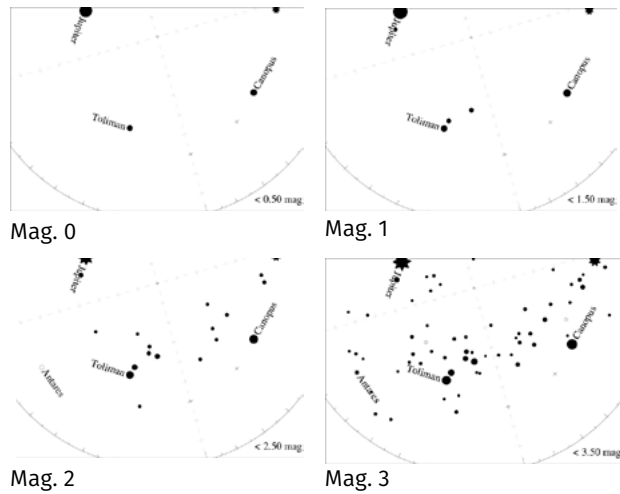
15. Estrella de primera magnitud, Es la quinta estrella más brillante del cielo nocturno y la tercera del hemisferio norte celeste tras Sirio y Arturo.

Observación a simple vista

Globe at Night es una campaña internacional de sensibilización ciudadana dirigida a la ciudadanía sobre el impacto de la contaminación lumínica, invitando a ciudadanos-niños a medir el brillo del cielo nocturno y a presentar sus observaciones desde un ordenador o teléfono inteligente y consta básicamente de 2 pasos;

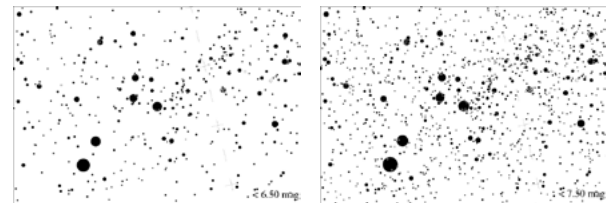
1 QUE TAN OSCURO ESTÁ EL CIELO

Lo primero que se hace es anotar la latitud del lugar específico de la visualización. Luego se indica la magnitud (representada en la imágenes) que más se asemeja a la observación que se está realizando. En este caso las imágenes corresponden a la constelación de la Cruz



Mag. 4

Mag. 5

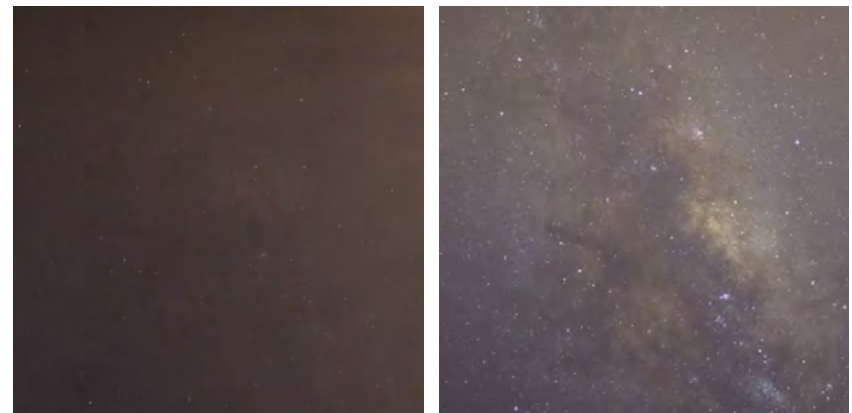


Mag. 6

Mag. 7

Imagen 8 a 15. Magnitud estelar de constelación Cruz del sur. Fuente: <https://goo.gl/qNXEzj>

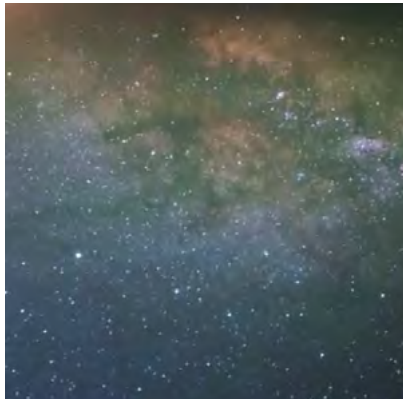
Las siguientes imágenes corresponden a capturas tomadas con instrumentos especiales de fotografía en distintos puntos de California, Estados Unidos, pero solo las dos primeras pueden visualizarse con el nivel de detalle presentado a simple vista



Mag. 4

Mag. 5

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA **LÚDICO-INTERACTIVA**



Mag. 6



Mag. 7

Imagen 16 a 19. Lost in night, Cortometraje por el fotógrafo Sriram Murali, EE.UU. (2016).



½ del cielo



Más de ½ del cielo

Imagen 20 a 23. Condiciones del cielo nocturno, Globe at night (2017).

2 COMO SON LAS CONDICIONES DEL CIELO LA NOCHE DE LA OBSERVACIÓN

Identificar en base a las siguientes 4 imágenes como se presenta el cielo la noche de la observación.

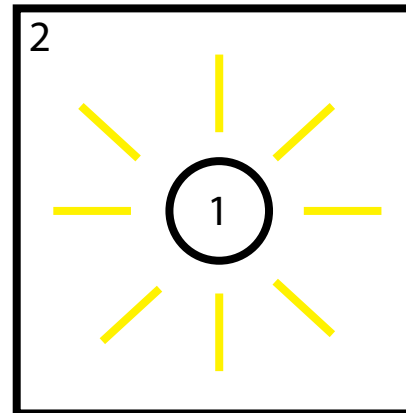


Claro



¼ del cielo

Los objetos se detectan en función de su contraste, así:



1= Objeto estelar
2= Medio (cielo)

El objeto 1 se puede apreciar de mejor manera mientras + resalte sobre su medio.

Por lo tanto; 1 debe brillar más que 2 para generar un contraste que sea visible.

La magnitud límite visual es el Factor que determina el n° de estrellas visibles

Muestras Explora

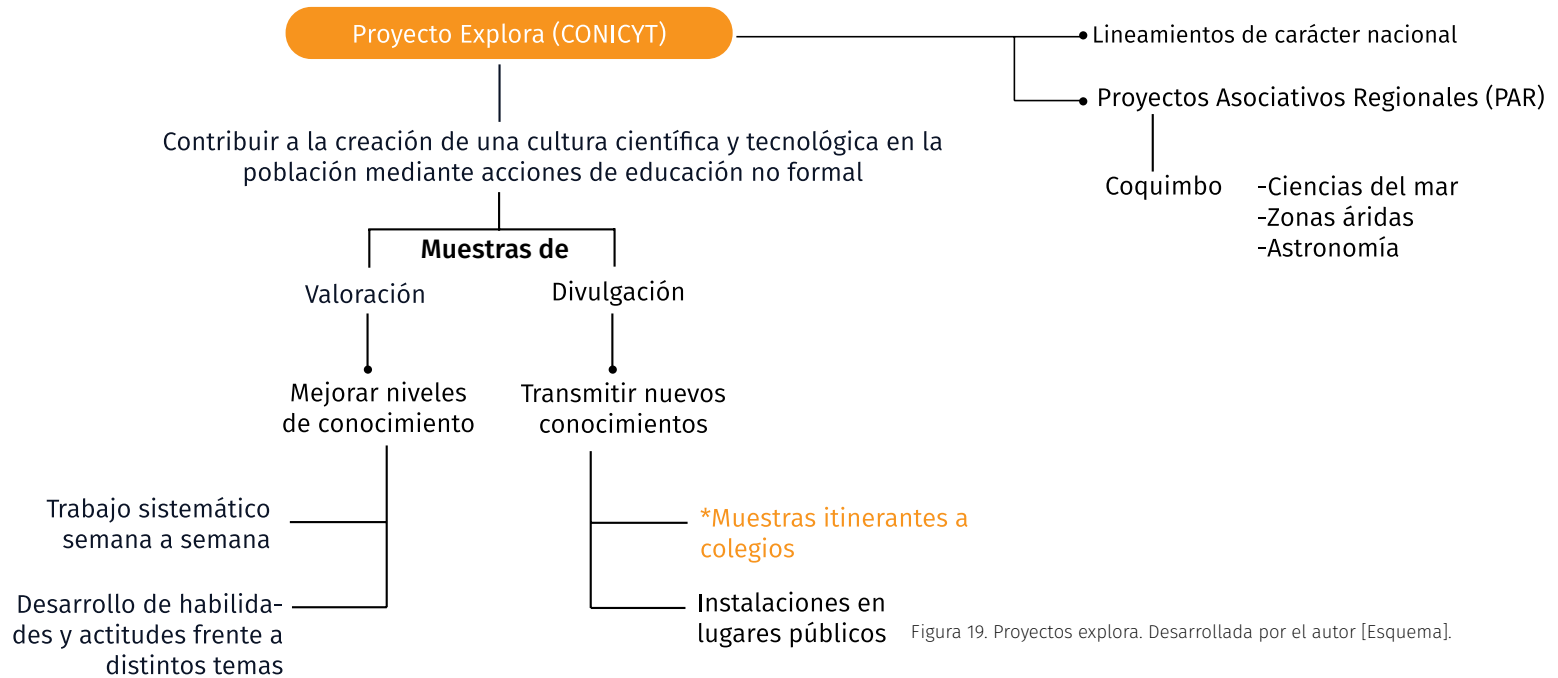


Figura 19. Proyectos explora. Desarrollada por el autor [Esquema].

¿Cómo se arma una muestra Explora?

1 Definición de contenidos	Se le pregunta a un experto en el tema cuáles son los contenidos que considera debiesen manejar los estudiantes Selección de público objetivo (funciona mejor de 5to a 7mo básico, 9 a 12 años)
2 Revisión bibliográfica de contenidos	Revisión de documentos y papers relacionados a los contenidos indicados por el experto
3 Selección de contenidos a comunicar	Síntesis de contenidos y depuración de la información
4 Diseño de la estrategia educativa	¿Cómo vamos a explicar los contenidos? (PROYECTO, diseño de interacción)
5 Elaboración de un guión	Ordenamiento de a exposición, definición de etapas (experiencia)
6 Diseño de maquetas y gráficas	Elaboración y búsqueda de los objetos para explicar los contenidos

Figura 20. Diseño de muestras. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Análisis de una muestra

Las muestras se realizan en módulos separados por temas. Para el caso del ejemplo que se presentará a continuación la muestra corresponde a la de “Invertebrados”.

1. Se inicia la muestra con un diálogo con los estudiantes, comenzando con una pregunta abierta, en este caso; ¿Cómo podríamos nosotros saber la calidad del agua? ¿Creen ustedes que nos dicen algo los animales del río?
2. Luego de escuchar las respuestas de los estudiantes, se les explican los contenidos, en este caso; “...Los científicos fueron a investigar y encontraron todos estos animales, cada uno de ellos tiene un grado diferente de sensibilidad a la contaminación del agua...”. Se les explica que la presencia de estos animales representa un grado de contaminación, ya que los menos tolerantes

3. Luego de explicar los grados de sensibilidad de cada animal, se da paso a la etapa de interacción, donde se le pide a los estudiantes que ubiquen los animales de acuerdo a su sensibilidad en los distintos grados de contaminación



Imagen 26. Disposición de los elementos de la muestra. Fuente: El autor.

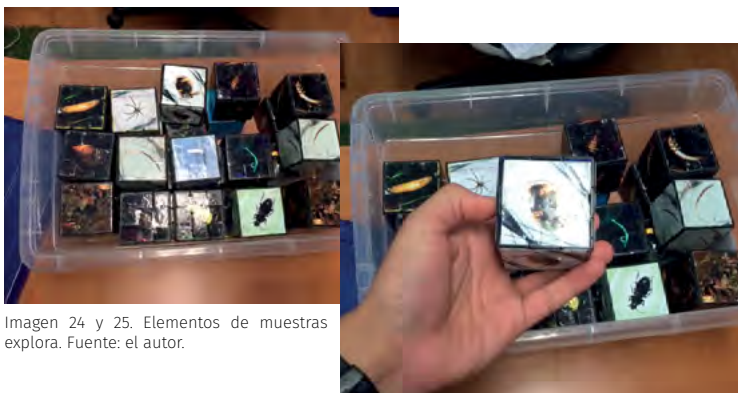


Imagen 24 y 25. Elementos de muestras explora. Fuente: el autor.

Se ubican los animales en la sección a la cual corresponden. La muestra se complementa con 2 láminas rígidas para ubicar los cubos

4. En una cuarta etapa y para cerrar, se abre el diálogo nuevamente con los estudiantes para recoger las impresiones sobre lo realizado y cerrar el módulo con la exposición de contenido; “Como pueden ver se forma una especie de gráfico, ¿que ven ustedes? hay más animales en la sección de tolerantes, ¿qué significa esto?”. Se les recalca a los estudiantes explicándoles el porqué del nombre del módulo “Los bichos dan la alarma”.

Explora día de la astronomía

“Hace cuatro años, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT, a través de sus programas Explora y de Astronomía, en conjunto con la Fundación Planetario y la Sociedad Chilena de Astronomía, SOCHIAS, decidió instaurar el Día de la Astronomía en el mes de marzo, como una manera de destacar este patrimonio natural, difundir las investigaciones en este ámbito y despertar el interés de la comunidad. En este contexto, se coordinan y realizan charlas y actividades a lo largo del territorio nacional y donde también se cuenta con el apoyo y la colaboración de distintas instituciones.” (Explora conicyt, 2017)



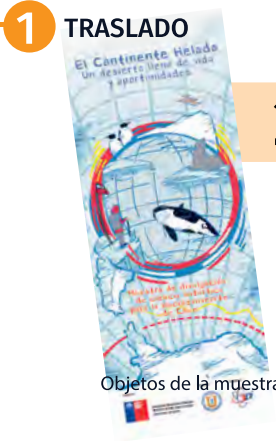
Imagen 27 y 28. Afiches día de la astronomía. Fuente: <https://goo.gl/LKrdcB>



Imagen 28 a 30. Capturas de video día de la astronomía. Fuente: <https://goo.gl/LKrdcB>

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA

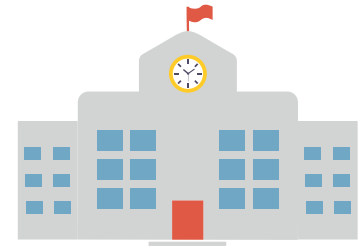
Muestra Explora



2 cajas plásticas por muestra



Auto particular



INSTALACIÓN 2

Se monta la muestra en una sala y los cursos van pasando

Objetos de la muestra



1 Hora aprox. dura la actividad con cada

*Límite de duración



*Límite de volumen de instalación



Metas de cobertura; llegar a colegios en **10** comunas de la región de Coquimbo

8 muestras relacionadas al recurso agua-suelo.

0 muestras relacionadas con astronomía.

Figura 21. Muestras explora Coquimbo. Desarrollada por el autor [Esquema].

3 GUIÓN DE LA MUESTRA

1. Bienvenida	Presentación de la actividad
2. Presentación de los monitores	
3. Introducción	Preguntas abiertas sobre el contenido a tratar, con el fin de llamar la atención de los estudiantes, determinar su nivel de conocimiento previo respecto al tema general. Generar dudas y no para resolverlas en el momento.
4. Instrucciones para actividad	Los monitores dividen el curso en grupos dependiendo de la cantidad de módulos de la actividad.
5. Actividad	
└─ Módulo por subtema	
Fase 1: Diagnóstico y motivación	Para levantar los conocimientos previos, el monitor deberá generar un diálogo con los estudiantes. Preguntas abiertas sobre el contenido del módulo.
Fase 2: Incorporación de contenidos	En esta etapa se incorporan contenidos nuevos (no se repite lo que ya saben) y se ayuda a los estudiantes a reordenar sus esquemas mentales. A través de la utilización de los objetos de la muestra se presentan los nuevos contenidos, los estudiantes manipulan cada uno de ellos para realizar la actividad
Fase 3: Aplicación y cierre	El monitor deberá guiar a los estudiantes hacia los contenidos presentados en este módulo

Figura 22. Guión de muestras explora. Desarrollada por el autor. [Tabla].

Público objetivo



Figura 23. Descripción público objetivo. Adaptación desarrollo cognitivo de piaget (1956). Desarrollada por el autor. [Esquema].

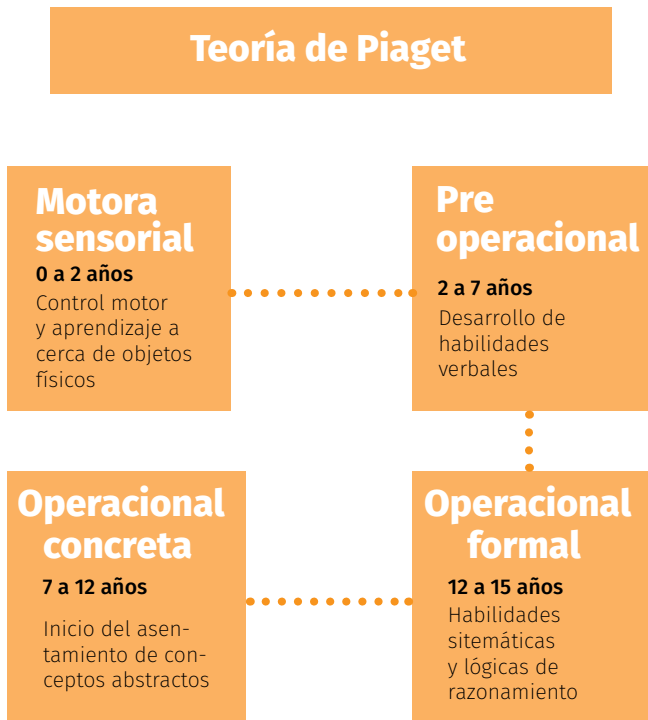


Figura 24. Desarrollo cognitiva de Piaget (1956). Desarrollada por el autor [Esquema].

Jean Piaget estudió las estructuras cognitivas en el niño. Desde que nace, desarrolla estructuras cognitivas por medio de las experiencias.

Se incluyen cuatro etapas, senso-motor (0-3 años), preconcreto o preoperatorio (3-7 años), concreto (7-13 años) y formal (13-19 años). La inteligencia operacional aparece a los 7 años, gracias a las operaciones reversibles (poder invertir las propias acciones a fin de reestablecer su estado inicial). donde entiende bien lo real y lo presente, el futuro, lo posible, puede ser vislumbra la extensión real y el presente.

Para Jean Piaget, “el juego forma parte de la inteligencia del niño, porque representa la asimilación funcional o reproductiva de la realidad según cada etapa evolutiva del individuo. Además, asocia tres estructuras básicas del juego con las fases evolutivas del pensamiento humano: el juego es simple ejercicio (parecido al animal); el juego simbólico (abstracto, ficticio); y el juego reglado (colectivo, resultado de un acuerdo de grupo)” (1956).

Vigotsky en su trabajo Pensamiento y lenguaje, relata que “el juego es una actividad social, en la cual gracias a la cooperación con otros niños, se logran adquirir papeles o roles que son complementarios al propio. También este autor se ocupa principalmente del juego simbólico y señala como el niño transforma algunos objetos y lo convierte en su imaginación en otros que tienen para él un distinto significado, y con este manejo de las cosas se contribuye a la capacidad simbólica del niño.” (1934).

La regla - sostiene Piaget - tan diferente del símbolo como puede serlo éste del simple ejercicio, resulta de la organización colectiva de las actividades lúdica

Contenidos científicos en edad temprana

Para el traspaso de contenidos científicos a niños el objetivo es permitir que ellos prueben sus percepciones de manera práctica (Chaille' y Gran Bretaña 2003, Gerde et al., 2013;Harlen 2001), permitiéndoles llegar a ser alfabetizados científicamente a través de procesos de pensamiento creativo y de resolución de problemas (Chaille' y Gran Bretaña, 2003).

“Enfatizar el compromiso en la transversalización de conceptos tales como el tamaño, la escala y la perspectiva, permite un aprendizaje multi nivelado” (Plummer, 2014)

“Es por eso que son muy importantes **las formas de representación de dichos contenidos**, ya que tienen el potencial de que los niños alteren sus creencias o percepciones y superen dificultades de aprendizaje” (Johnston, 2007).

El Biology Sciences Curriculum Study group (BSCS) es una organización que busca transformar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias mediante la investigación y el desarrollo que refuerce los entornos de aprendizaje e inspire a una comunidad mundial de ciudadanos para que sean científicamente alfabetizados. Dentro de su trabajo, proponen un modelo instructivo con 5 fases importantes para actividades de educación científica;

- **Participación:** Los niños se encuentran con un tema y traen su comprensión preliminar.

- **Exploración:** Los niños buscan en una variedad de fuentes y diferentes formas de encontrar respuestas o verificar sus Percepciones / conocimiento sobre el tema.

- **Explicación:** Los niños desarrollan explicaciones basadas en la evidencia sobre el tema en cuestión. Cualquier explicación ofrecida por el profesor en esta etapa sirve para profundizar su comprensión.

- **Elaboración:** El propósito de esta fase es desafiar a los niños y les anima a que apliquen su conocimiento a una situación novedosa relacionada con el tema.

- **Evaluación:** Aunque la evaluación debe ser un proceso, en esta fase los niños reflexionan sobre su aprendizaje Y (en asociación con el profesor) evalúe el nivel de Comprensión que han alcanzado. BSCS, (BSCS 2006).

Estas etapas son complementarias al constructivismo de Piaget, que es la línea de aprendizaje por el cual se guían el tipo de muestras Explora.

“El pensamiento espacial es un factor determinante al momento de realizar actividades de divulgación científica relacionadas con la ciencia de la astronomía, ya que concierne a las ubicaciones de los objetos, sus formas, sus relaciones entre sí y los caminos que toman mientras se mueven” (N.S. Newcombe, 2010). El pensamiento espacial combina tres elementos: Conceptos de espacio, herramientas de representación y procesos De razonamiento (NRC 2006, p.5)

La AAAS¹⁶. afirma que es después de los 11 años que se espera que los niños comprendan que la gravedad saca objetos Hacia el centro de la Tierra. Antes de esa edad, es suficiente que los niños comprendan que la gravedad es una fuerza ejercida por la Tierra, que tira de los objetos hacia su superficie (AAAS, Proyecto 2061, Componentes curriculares).

16. American Association for the Advancement of Science



Figura 24. Conflicto cognitivo. Desarrollada por el autor. [Esquema].

4 **Proceso de diseño**

Factores antropométricos

Valores en niños

Para establecer el tamaño y las medidas de los objetos de diseño, se utilizarán los valores antropométricos para poblaciones pequeñas, es decir, el diseño para los extremos, utilizando los percentiles de los extremos P5 o P95 dependiendo del propósito de su aplicación.

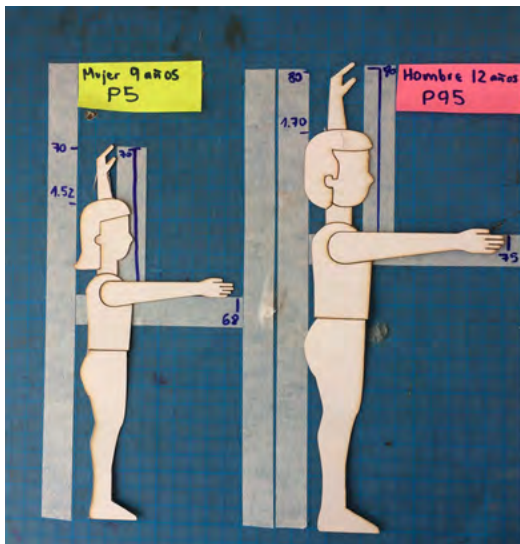


Imagen 31. Medida de percentiles involucrados. Fuente: El autor.

Mujer 9 años estatura de pie P5
 Hombre 12 años estatura de pie 95

MEDIDA	MUJER P5	HOMBRE P95
Estatura de pie	131.56	167.68

Ávila R. Pradio L. González E. (2007). Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

No existe la información de niños Chilenos con respecto a las medias:

- Alcance brazo frontal
- Alcance brazo vertical
- Diámetro empuñadura
- Longitud palma mano

Para realizar los testeos de interacción de los movimientos junto con los prototipos y facilitar la validación de la escala de los objetos se trabajó con un **Focus group** enfocado en 2 niños que representan las medidas generales en cuanto a estatura de pie y alcance de brazo frontal de los percentiles abordados.

Al no poder acceder a trabajar con un usuario mujer (debido a la menor estatura con respecto a la del hombre) que calzara con las medidas del percentil P5 para niña de 9 años, se trabajó con un niño dentro del percentil P5 del mismo segmento etario.



**Pablo
9 años
4to básico**

MEDIDA	Hombre P5
Estatura de pie	1420mm
Alcance brazo frontal	680mm
Alcance brazo vertical	700mm
Longitud palma mano	170



**Vicente
12 años
7mo básico**

MEDIDA	Hombre P5
Estatura de pie	1700mm
Alcance brazo frontal	750mm
Alcance brazo vertical	800mm
Longitud palma mano	190

Como se contempla para el diseño de los elementos de interacción objetos manipulables, se realizó una actividad centrada en el análisis de los alcances mínimos y máximos por parte de los integrantes del focus group para proyectar las interacciones de los usuarios y traducirlas a factores gestuales de movimiento.

Se considera entonces;

Estatura de pie	P5
Alcance brazo frontal	P5
Diámetro empuñadura	P95
Largo palmar	P95

Se considera la estatura de pie la medida del percentil P5 para la altura de los objetos, así como la medida correspondiente al alcance brazo frontal para el diámetro de mínimo de movimiento al rededor de la misma y la definición de las medidas de la base.

Se considera para el rango etario de 12 años y el percentil P95 la medida de largo palmar para la definición del ancho del mango de sujeción y movimiento de los elementos.

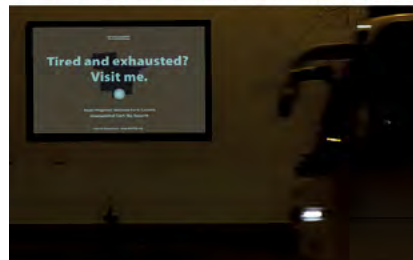
Imagen 32 y 33. Niños focus group. Fuente: El autor.

Referentes de concientización



Light Pollution Awareness Campaign Branding, Creative Direction, UI/UX (Izquierda)

DE LIGHT, apreciar la verdadera belleza de un cielo estrellado, la que se ha perdido debido a la contaminación lumínica. Su objetivo es fomentar el uso de la iluminación eficiente. Se busca llevar la conciencia a un problema acuciante de una manera divertida y atractiva. pretende unir a las comunidades y animarles a apagar las luces durante un par de horas.



Thierry Cohen
Darkened cities (Izquierda)

La imagen es una foto manipulada por el fotógrafo Thierry Cohen, y consiste en una vista de la ciudad con las luces removidas y el cielo nocturno estrellado. La foto de un lugar en la misma latitud, pero con mucha menos contaminación lumínica.



National Optic Astronomy Observatory
Kit de educación para la enseñanza de la buena iluminación. (Arriba)

El objetivo es generar en el estudiante una conciencia pública de los problemas de contaminación lumínica y soluciones de iluminación de "calidad". De este modo, el programa hace hincapié en el uso de diseño óptico adecuado para lograr una iluminación de calidad que promueve la eficiencia energética y el ahorro de energía y protege un recurso natural en peligro de extinción: nuestros cielos oscuros.

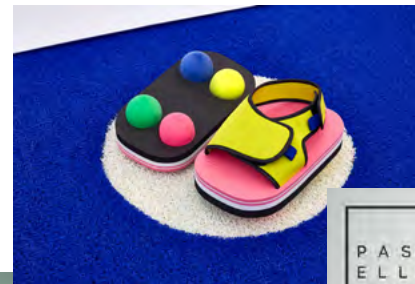
DESIGNING FOR NONHUMAN CLIENTS
Design proposals and prototypes
by KHIB students, Autumn 2013.
(Izquierda)

Una propuesta presentada por la organización CoClimate, como concientización a cerca de la oscuridad de los cielos. campaña, que busca informar a la gente acerca de la iniciativa de protección de la oscuridad, sobre los parques y reservas donde la gente puede visitar la oscuridad en sus condiciones naturales y aprender más sobre ella. Durante el día el material transmite un mensaje, pero en la oscuridad el segundo, el mensaje más personal se revela.



MIM
Museo Interactivo Mirador

Lugar que ha motivado a los niños, niñas y jóvenes a recorrer el camino de la experimentación y la indagación en la ciencia. Nueva sala sobre el Espacio. Buscará de manera lúdica y por medio de la exploración autónoma, acercar a los visitantes al conocimiento actual del espacio y los avances en su investigación. Se abordarán temáticas como El Sistema Solar, La vida de las Estrellas, La Vía Láctea, Las Galaxias, El Universo Temprano y los diferentes tipos de observación del cielo, destacando las ventajas del territorio chileno como lugar privilegiado para la exploración del cosmos.



Pastello, Mathery Studio
(Derecha)

Espacio de inmersión para niños, centrado en la transformación de la percepción presente en el simple acto de dibujar. Así surgió Pastello – Draw Act, un ambiente dedicado y de re-imaginación de las herramientas y los procesos de dibujo tradicionales. El concepto que utilizaron cambió las percepciones y expectativas sobre la materialidad tradicional, los medios de comunicación y el acto de dibujo en sí mismo. Una de las tareas dentro de ese espacio dinámico, colorido, estimulante y divertido, fue provocar a los niños para que salieran de su zona de confort y convertirse en protagonistas activos en el acto físico de dibujar.



“SimpleTones”:
Comunidades alrededor de la música
Francisco Zamorano

Una instalación interactiva que permite a personas sin previo entrenamiento vivir la experiencia de improvisación musical en grupo. El juego es el elemento que permite a los participantes olvidarse del miedo a “tocar un instrumento correctamente o incorrectamente” haciéndolos más dispuestos a la exploración conjunta y a la comunicación grupal.

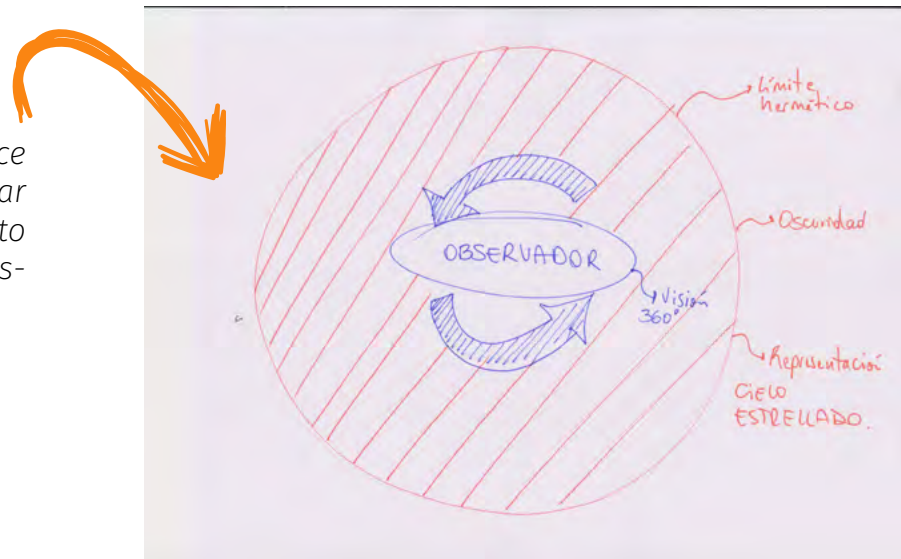


Imagen 34 a 50. Referentes.

Diseño de la experiencia

Propuesta conceptual

El sentimiento de pérdida de algo valorable produce tristeza y preocupación. La inmersión en un lugar con la mejor calidad de cielo oscuro desde el punto de vista del observador y la desaparición de las estrellas ante la c.l.



Concepto emocional

1 CONTEMPLACIÓN - INMERSIÓN

INTRODUCCIÓN.

La primera etapa de la experiencia invitará a la contemplación. Una inmersión que represente la visualización de un cielo oscuro en un lugar privilegiado del norte de Chile mientras se habla de la calidad mundial del cielo Chileno.



2 SORPRESA - PREOCUPACIÓN

ACTIVIDAD

En una segunda etapa las estrellas desaparecerán. Se representa el efecto de la contaminación lumínica para causar un sentimiento de pérdida que provoca el asombro y la sorpresa por parte de los niños.



3 INTERACCIÓN - TRABAJO COLABORATIVO

INTERACCIÓN LÚDICA

En una tercera etapa se indica que las estrellas pueden reaparecer a través de la interacción colaborativa y manipulación de la estación lumínica. Esta representa los criterios más relevantes sobre iluminación exterior para evitar la contaminación lumínica.



Imágenes 51 A 71 Concepto emocional.

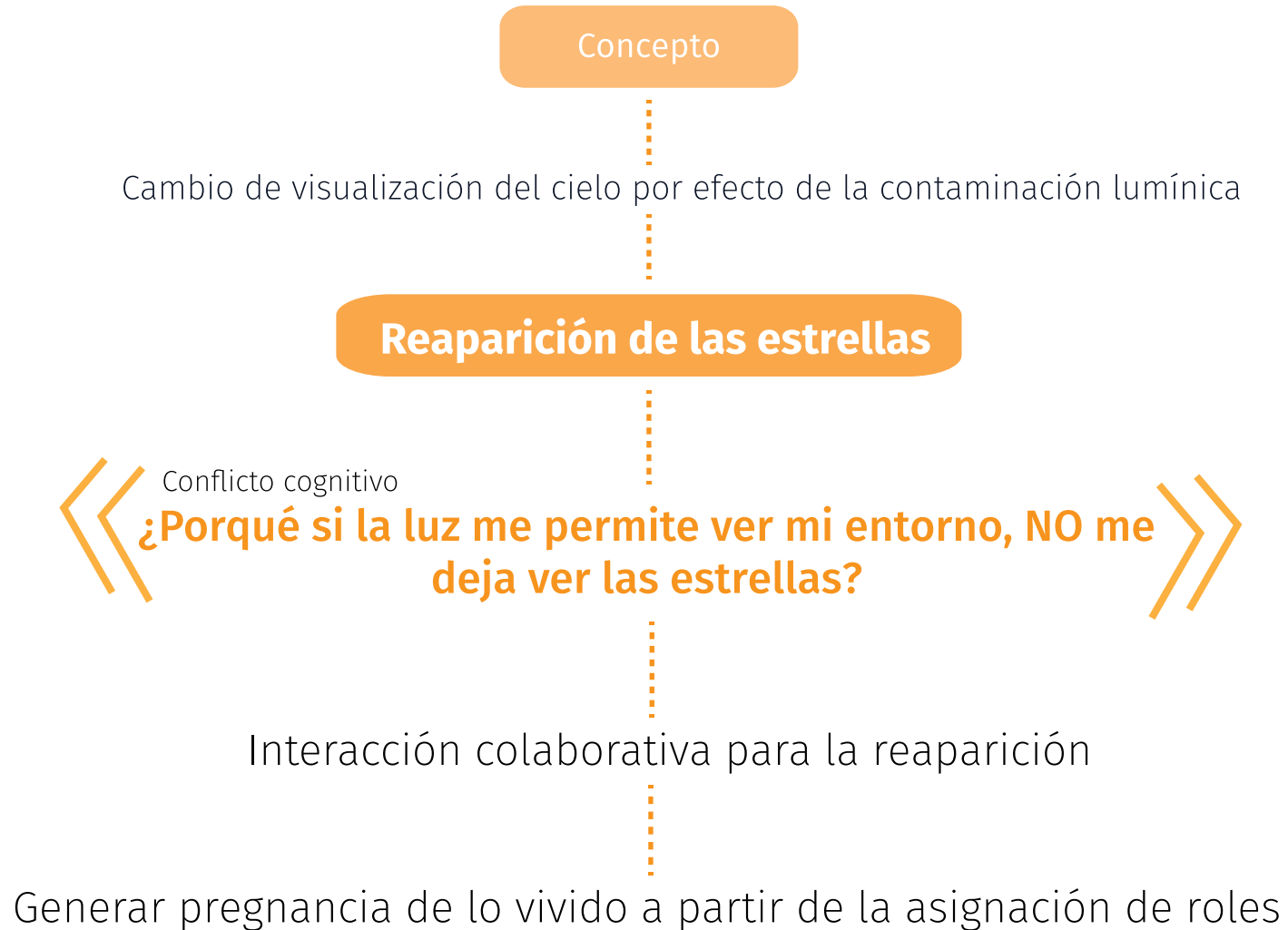


Figura 25. Conceptualización de conflicto cognitivo. Fuente: El autor. [Esquema].

Requerimientos de la experiencia

Como estrategia de diseño, se desarrolla el árbol de atributos que define Nigel Cross para definir los aspectos los cuales debe cumplir la experiencia y los elementos de diseño (Cross. N, 1999), considerando la definición del usuario y los requerimientos del cliente se evalúan 5 aspectos; Lo práctico, simbólico, indicativo, hedónico y económico. Algunos de estos requerimientos se transforman en atributos aplicables a la experiencia y otros a los elementos de diseño.

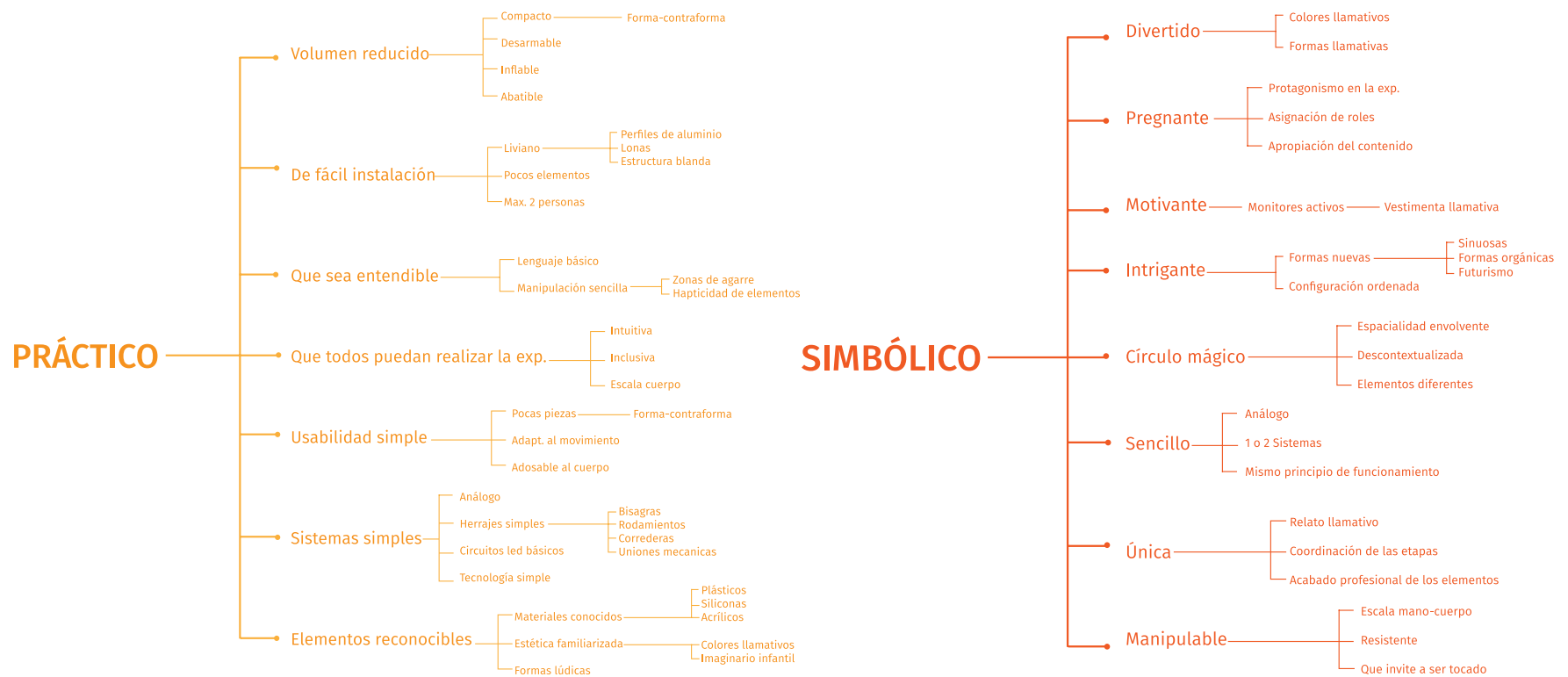
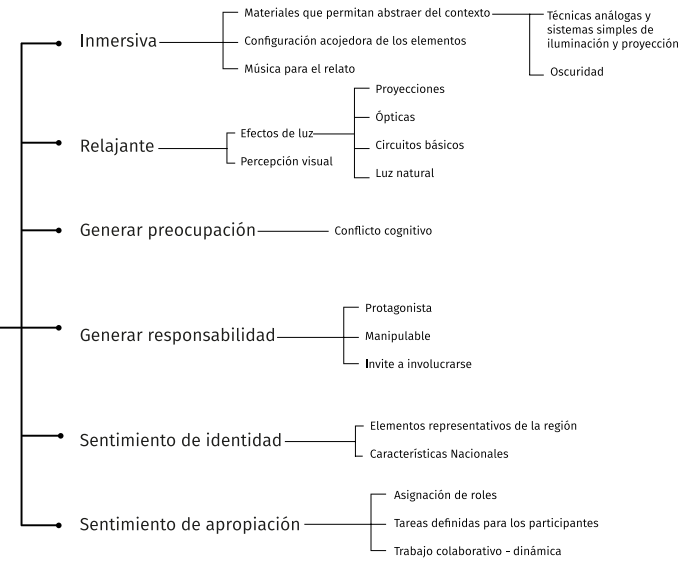


Figura 26. Árbol de Atributos Práctico y Simbólico. Desarrollada por el autor. [Esquema].

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA



HEDÓNICO



ECONÓMICO

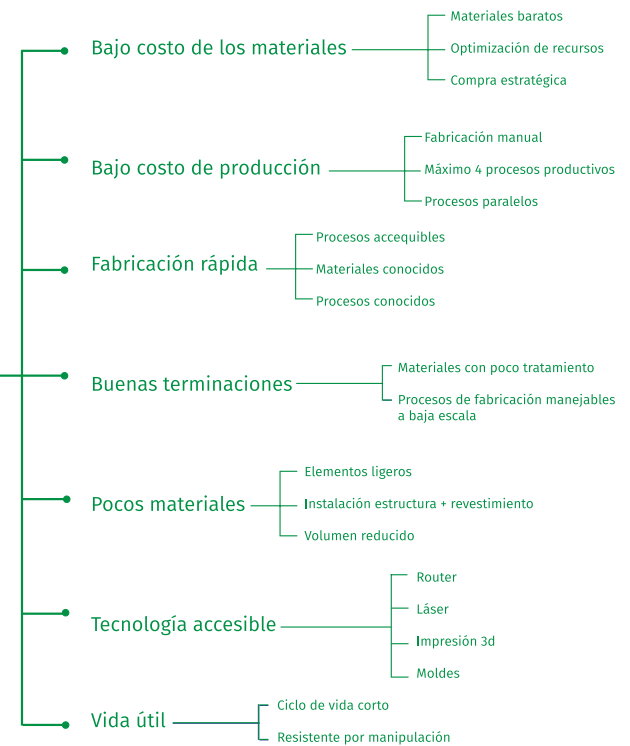


Figura 27. Arbol de atributos Indicativo, Hedónico y Económico. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Atributos

De la actividad

- La luz como conflicto cognitivo
- Actividad sigue un relato Cronológico
- Asignación de roles, tareas definidas para los participantes y trabajo colaborativo
- Para 10 participantes, 1 monitor guía la actividad
- En la interacción lúdica, los movimientos reaparecen las estrellas.

De los elementos

- Estructuras metálica
- Revestimiento de lonas
- Polímeros termoformados
- Iluminación aturónoma, lámparas con batería
- Zonas de agarre y hapticidad de elementos
- Uniones mecanicas, imanes, rodamientos.
- 1 o 2 sistemas análogos, rotación, desplazamiento.
- Color base + color tónico infantil

Concepto visual

INMERSIÓN

Ambiente oscuro a la luz de las estrellas, representación de un cielo estrellado en una zona libre de contaminación lumínica.



CONFLICTO COGNITIVO

Aparición de la luz artificial de la ciudad, aparición de luz central que bloqueará la mirada a la luz de las estrellas.

INTERACCIÓN

Juego de luz, los participantes interactúan con la luminaria de la ciudad aumentando y disminuyendo la contaminación lumínica que afecta a la astronomía a través de la alteración de la luz.



REPARICIÓN

Los participantes pueden volver a experimentar un cielo estrellado encontrando las constelaciones visibles a simple vista.

Imágenes 72 a 88. Concepto visual. Fuente: El autor

Etapas de la experiencia

Primera aproximación a la disposición de los participantes en el espacio

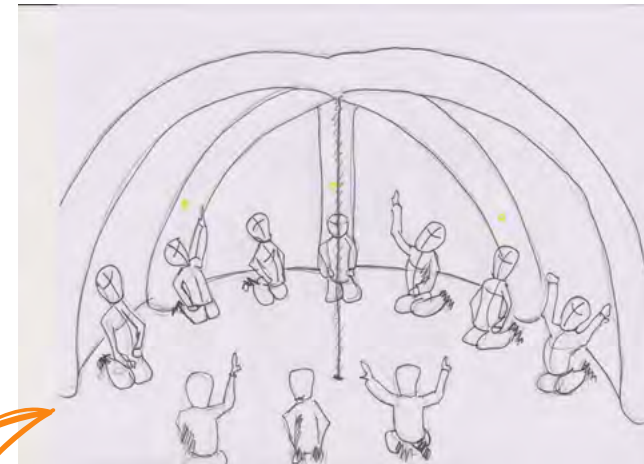
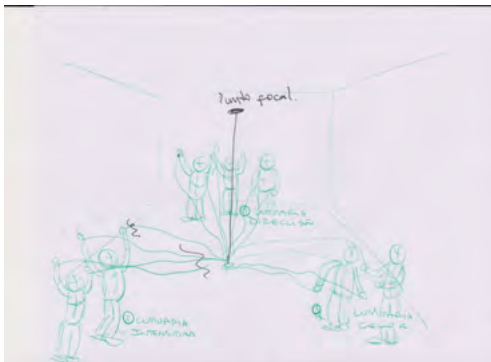


Imagen 82 a 85. Croquis de espacialidad. Araya, Diego (2017).

1

Se visualizan las 2 primeras etapas de la experiencia;

Calidad de los cielos de Chile, características.

Para esta primera etapa se define que los participantes se ubiquen uno al lado del otro en una posición confortable para poder mirar el cielo de la carpa y escuchar el relato por parte del monitor. Esta decisión se fundamenta en poder reducir la mayor cantidad el espacio de la carpa por el requerimiento de que debe ser transportable e itinerante.

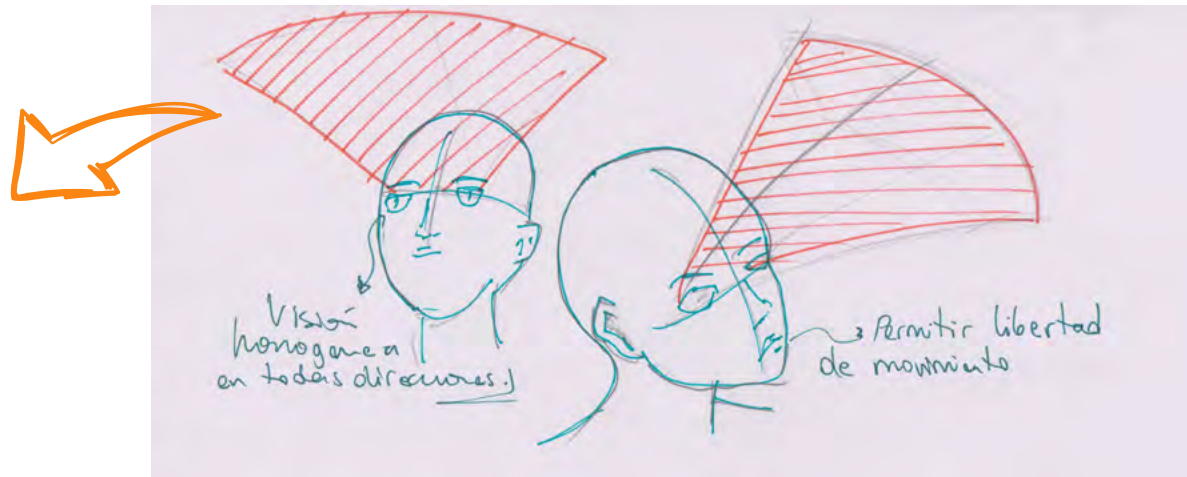


2

Contaminación lumínica, naturaleza del fenómeno, cambio de visualización del cielo oscuro

En esta segunda etapa se enciende una luz que representa las luces artificiales de las ciudades, para nublar la vista al cielo estrellado, esta luz debe ubicarse por encima de las cabezas de los participantes y tener una intensidad lumínica mayor que la luz representativa de las estrellas del cielo de la carpa.

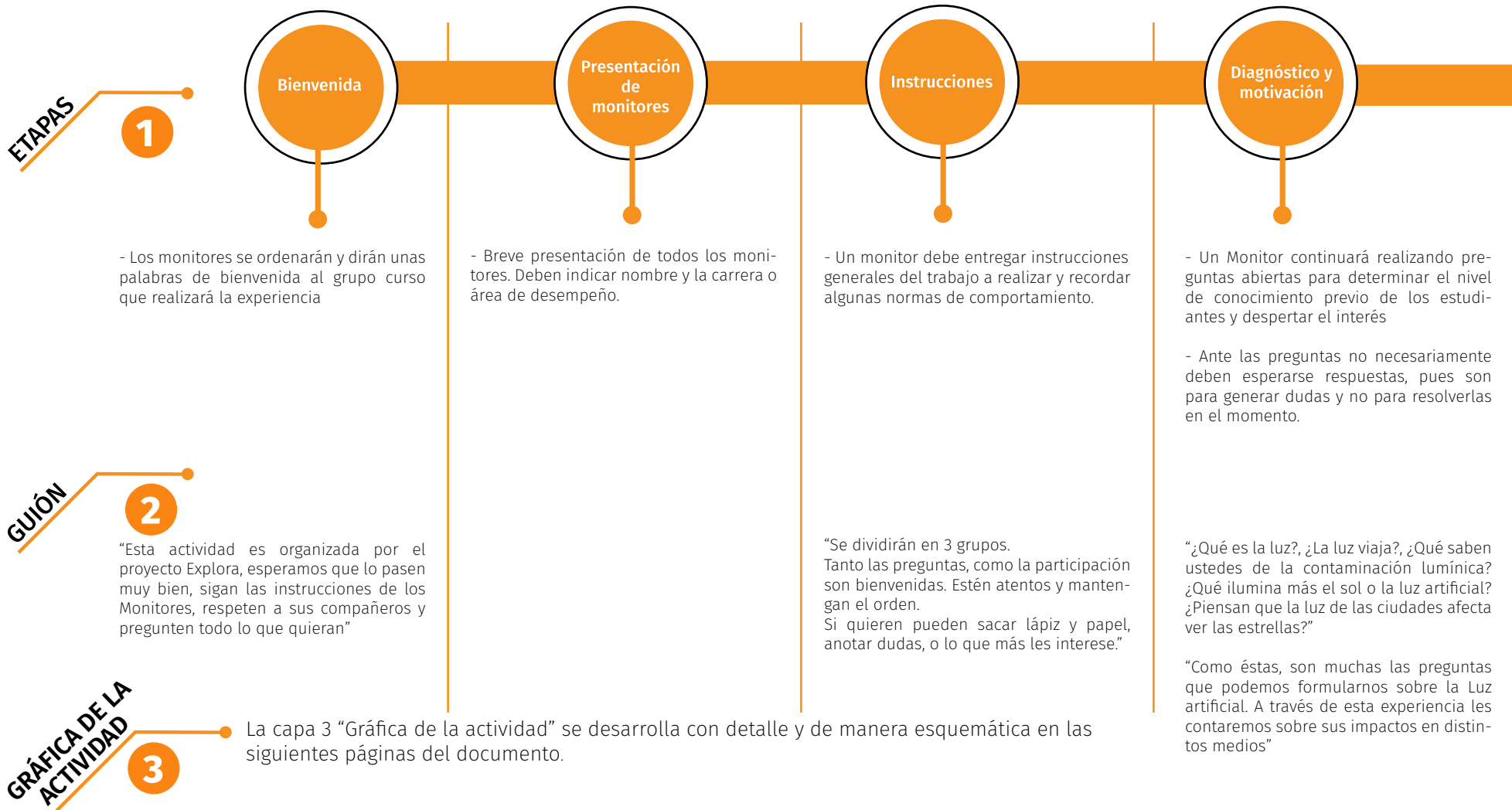
Para que la inmersión dentro de la carpa sea efectiva, se considera la uniformidad como característica clave de visualización, es decir, el participante vivirá la inmersión hacia todos los ángulos del cielo de la carpa donde se representara el cielo estrellado de manera homogénea. Este principio propone un elemento incorporado sobre el ángulo de visión del observador.



Imágenes 89 a 93. Croquis de espacialidad. Fuente: El autor

Mapa de viaje

En base a los guiones analizados de muestras explora, se adaptan las secuencias de las actividades para generar el mapa de viaje de los participantes por la experiencia. En este mapa de viaje se considera la inclusión de las estaciones sobre impacto en la Salud humana y Biodiversidad nocturna, pero sólo se desarrolla la estación con respecto al impacto en la observación astronómica en 3 aspectos; 1) Etapas, 2) Guión de monitores, 3) Gráfica de la actividad



Incorporación de contenidos

- Los 10 estudiantes entran a una carpa de manera ordenada, dentro pueden ver los elementos para la interacción.
- Para la entrada los participantes pueden verse unos con otros y los elementos con los cuales interactuarán.
- Se ubican en círculo sobre los puntos del decágono mirando hacia afuera en torno al centro de la figura.

Cielos de Chile

- Una vez ubicados los estudiantes, el monitor les dará los lentes de visualización que harán que al ponerlos, se les oscurezca la visión generando una sensación de inmersión en un ambiente completamente oscuro
- El monitor explicará la utilización de los mismos y esperará que todos los tengan puestos para comenzar.
- El monitor enciende el dispositivo que representa las constelaciones vistas desde el hemisferio sur, en este caso habrán 4 diferentes entre todas las estrellas que se podrán ver.

“El norte de Chile, específicamente en las regiones de Atacama, Antofagasta y Coquimbo es considerado el mejor sitio del planeta para observar el firmamento y desarrollar la astronomía, considerado el Norte de Chile como la «capital mundial de la astronomía. Los requisitos para tener una buena observación astronómica dependen casi por completo del cielo, de cuán despejado y con buenas condiciones climatológicas se presente el cielo nocturno, estas características son;

- 1) Su altura respecto al nivel del mar
- 2) La escasa nubosidad
- 3) La casi inexistente humedad del aire

- La configuración de las estrellas será de acuerdo a lo que se puede visualizar en el desierto de atacama, como el mejor lugar de Chile para poder hacerlo en una magnitud 1 de la escala de Bortle.
- El relato consiste en 4 visualizaciones con 4 fotografías dinámicas en cada lente que permitirán apreciar los colores del cielo en cada etapa de la escala y que irán nublando gradualmente la visión a las estrellas a medida que el relato transcurre.

PERO existe un factor adicional que no depende de las condiciones naturales sino más bien de nosotros los seres humanos, es la cantidad de luminosidad que generamos con las luminarias nocturnas en nuestras ciudades, por lo tanto”

- Se prenden las luces del dispositivo de luminaria, se indica que los estudiantes deben cambiar la imagen de sus lentes.
- Al cambiar la imagen de los lentes, se nubla la mirada a algunas estrellas con 3 imágenes que representan distintos niveles de c.l. en la escala de bortle.
- Sucesivamente se realizan los 3 cambios de visualización

La luz puede definirse como una partícula o una onda que viaja por el aire, la contaminación lumínica es la introducción, directa o indirectamente, de luz artificial en el medio ambiente y sin embargo la que podemos evitar es la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces.
TERMINO DEL RELATO



3 Gráfica de la actividad

Para todos los participantes. Para cada cambio de visualización, existe una imagen distinta, la cual a través de su estética, forma y la composición del material podrá manipularse para generar una visualización dinámica guiada por la interacción.



Figura 29. Gráfica de actividad 1. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Disposición espacial

Identificación de los elementos a diseñar

El **monitor** guía el relato a un costado de los participantes

10 minutos de duración tiene el relato y la visualización del cielo estrellado

Los **participantes** se ubican en cada punto del decágono dispuestos a mirar hacia el cielo de la carpa

1 *Ambiente oscuro, solo iluminado con la luz de la representación de las estrellas*

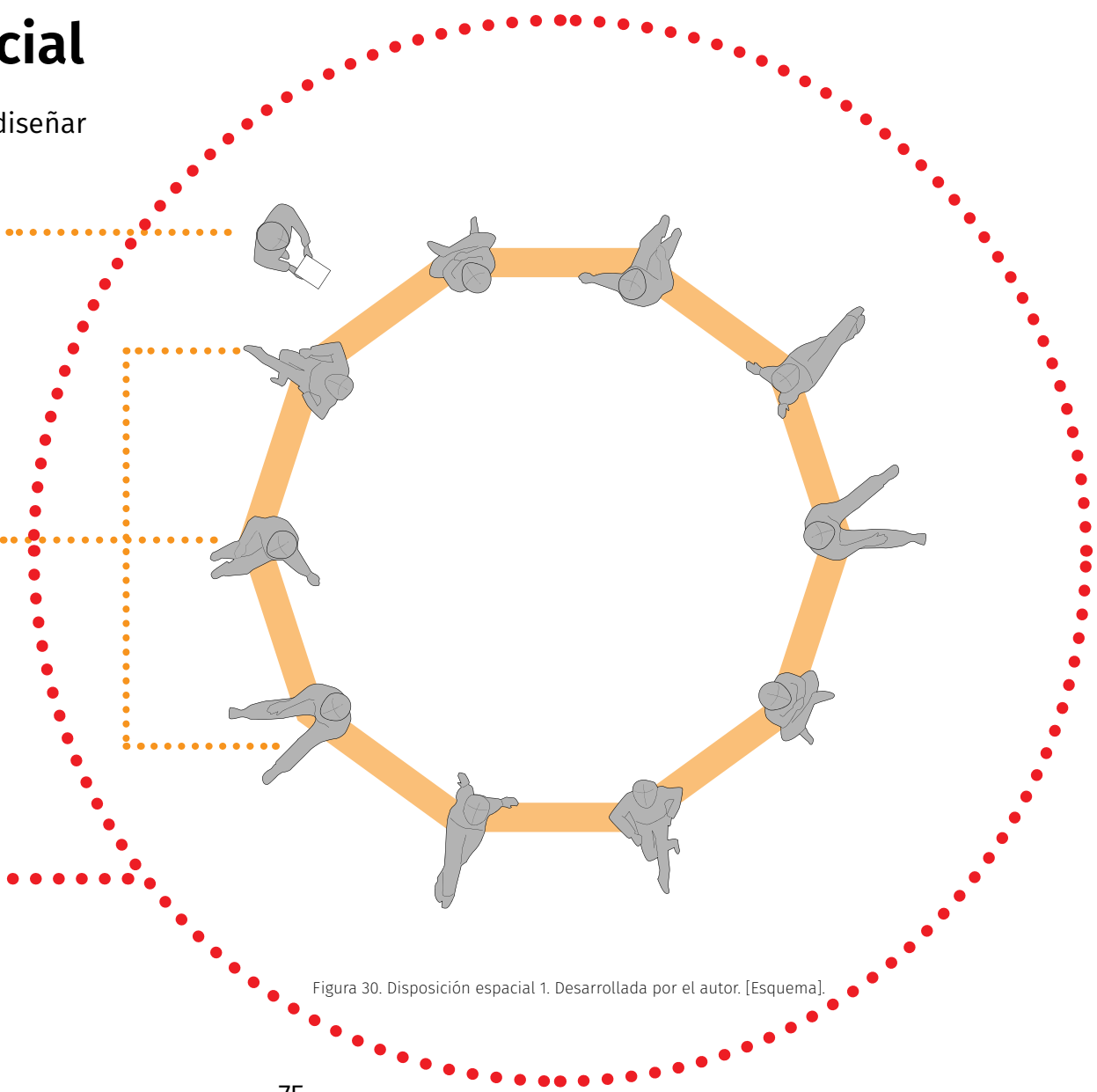
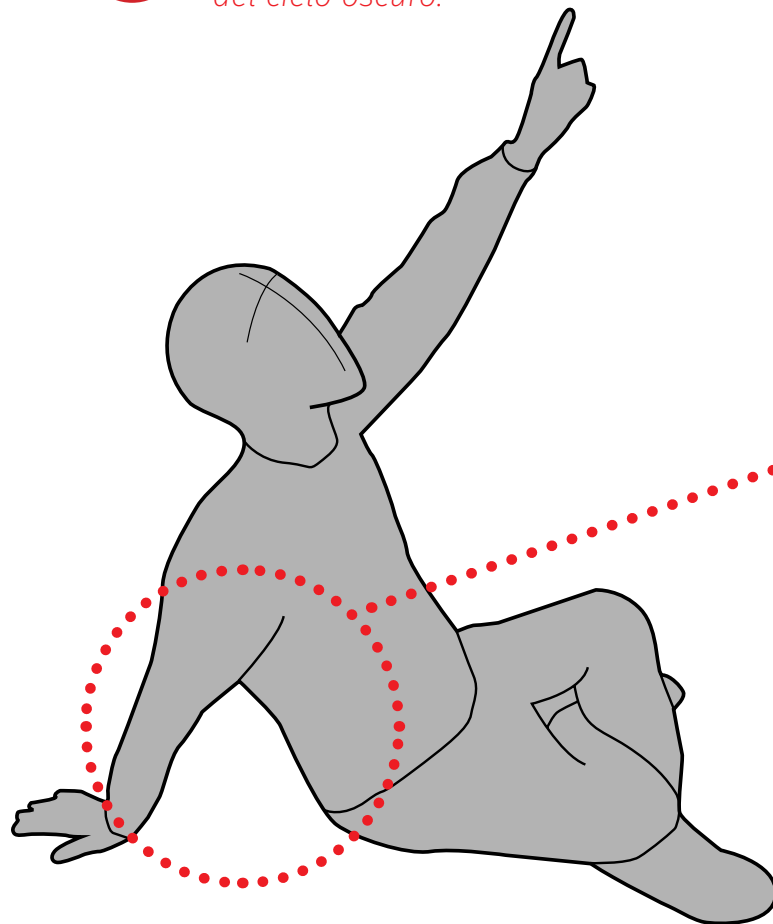


Figura 30. Disposición espacial 1. Desarrollada por el autor. [Esquema].

La representación del cielo estrellado no se concentra en un punto focal, por lo que es necesario que la **inmersión del participante se genere en todos los puntos** hacia donde puede observar el cielo.

2 *Lentes de visualización, que permitan una inmersión dinámica para la representación del cielo oscuro.*



Los participantes en una **posición cómoda** se disponen en el suelo del ambiente oscuro a visualizar las estrellas en el cielo de la carpa

3 *Soporte ergonómico, que reciba el cuerpo del participante en la posición apta para realizar la observación*

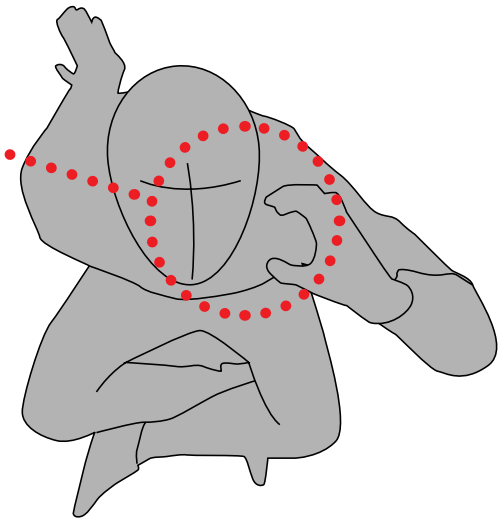


Figura 31. Disposición espacial 2. Desarrollada por el autor. [Esquema].



3 Gráfica de la actividad

Una vez los participantes ubicados en su posición del octágono, comienza el juego de la reparación. Los participantes manipuladores realizan combinaciones de elementos que permiten modificar la iluminación en la carpa y a su vez permitir la visión del cielo estrellado y sus constelaciones. Tras cada combinación avisarán para que los participantes observadores con sus gafas de visión, cuenten si se logra ver la constelación con la luz de las estrellas.

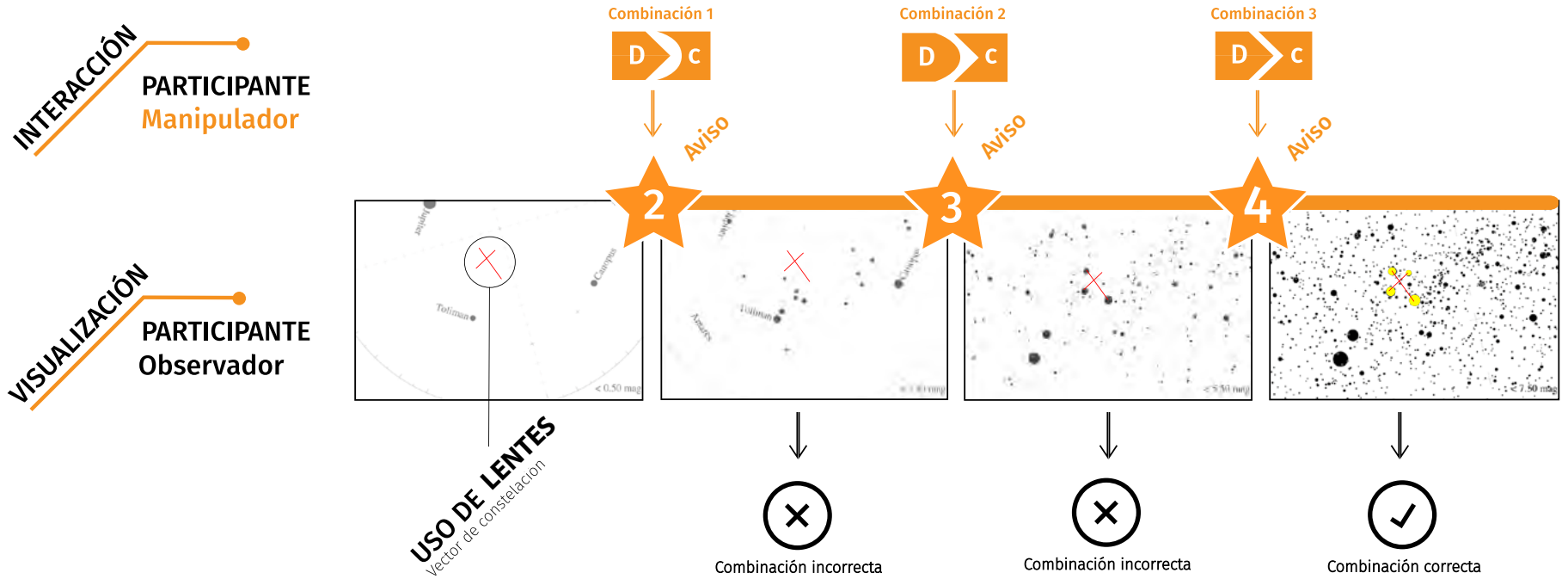
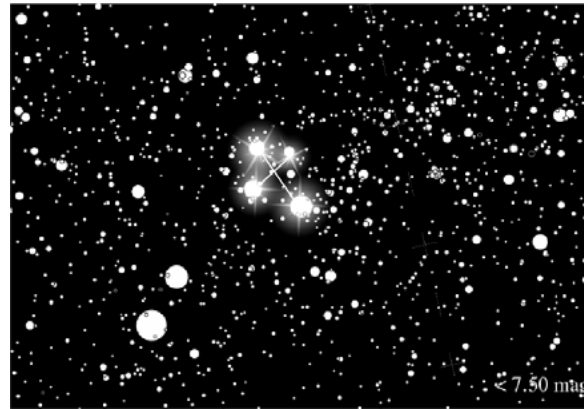


Figura 32. Gráfica de actividad 2. Desarrollada por el autor. [Esquema].

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA

Cada constelación será vista por 2 niños a la vez, una vez que la combinación de elementos de la luminaria permita a la luz ser dirigida hacia la ciudad (abajo) podrán verse las constelaciones unidas con el brillo de sus estrellas como se muestra en las siguientes imágenes.



CRUZ DE SUR



ORION



ESCORPION



SAGITARIO

Imagen 89 a 92. Constelaciones de la experiencia. Fuente: El autor.

Disposición espacial

Identificación de los elementos a diseñar

2 Participantes se ubican en el centro del octógono, el círculo interior representará la ciudad y el límite que debe alcanzar la luz

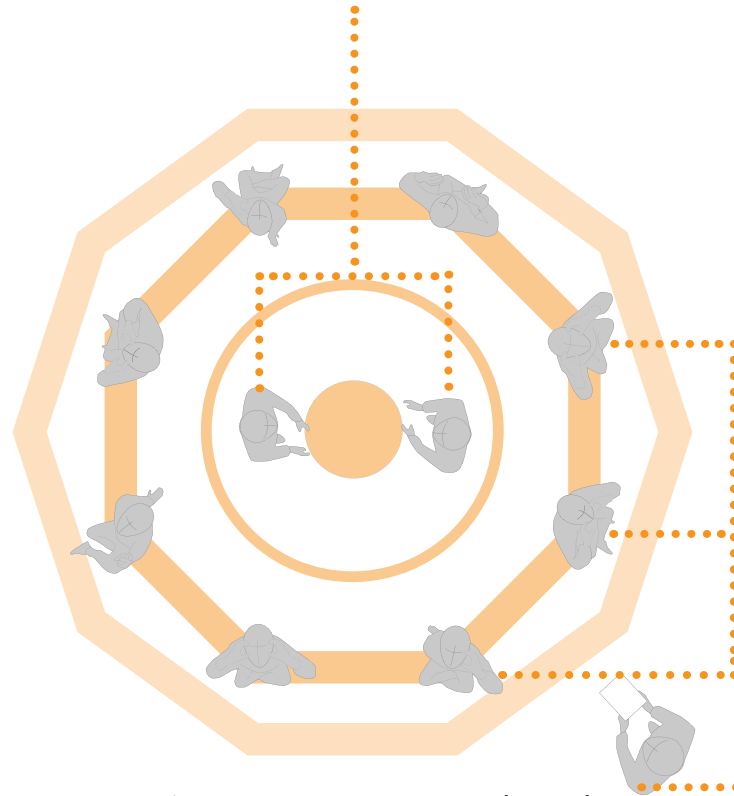


Figura 33. Disposición espacial 3. Desarrollada por el autor. [Esquema].



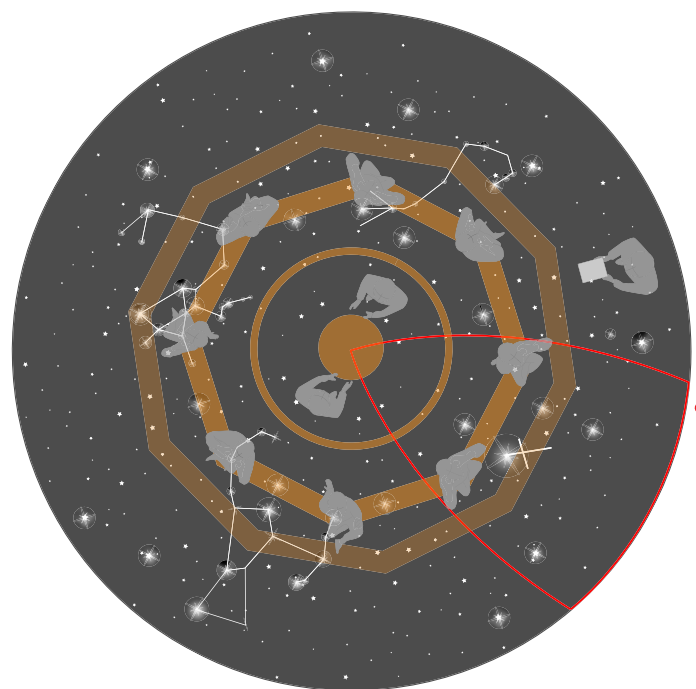
Imagen 93. Visualización de estrellas 1.
Fuente: El autor.

8 participantes pasan al octógono interior posicionándose en los vértices del mismo.

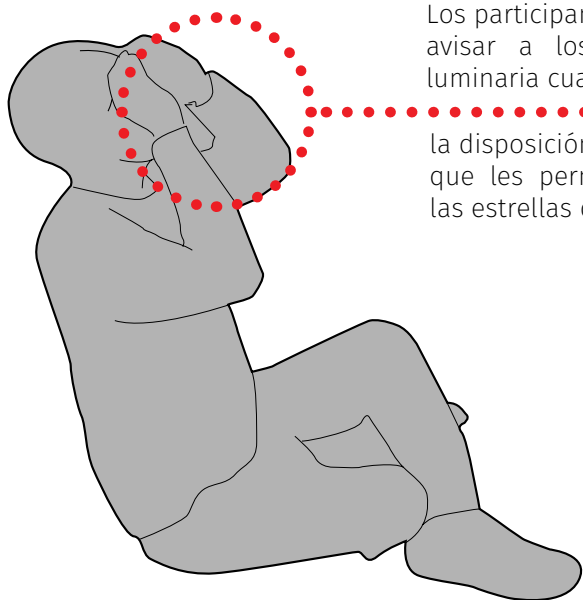
El **monitor** indica el cambio imágenes de las gafas y ubica a los participantes

En el cielo de la carpa se podrán apreciar algunas de las estrellas que forman parte de las constelaciones visibles

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA



Los 2 participantes de cada vértice ven a través de sus lentes los vectores de la constelación que podrán apreciar en su cuadrante



Los participantes observadores deberán avisar a los manipuladores de la luminaria cuando generen

la disposición de los elementos que les permitan observar el brillo de las estrellas de su constelación

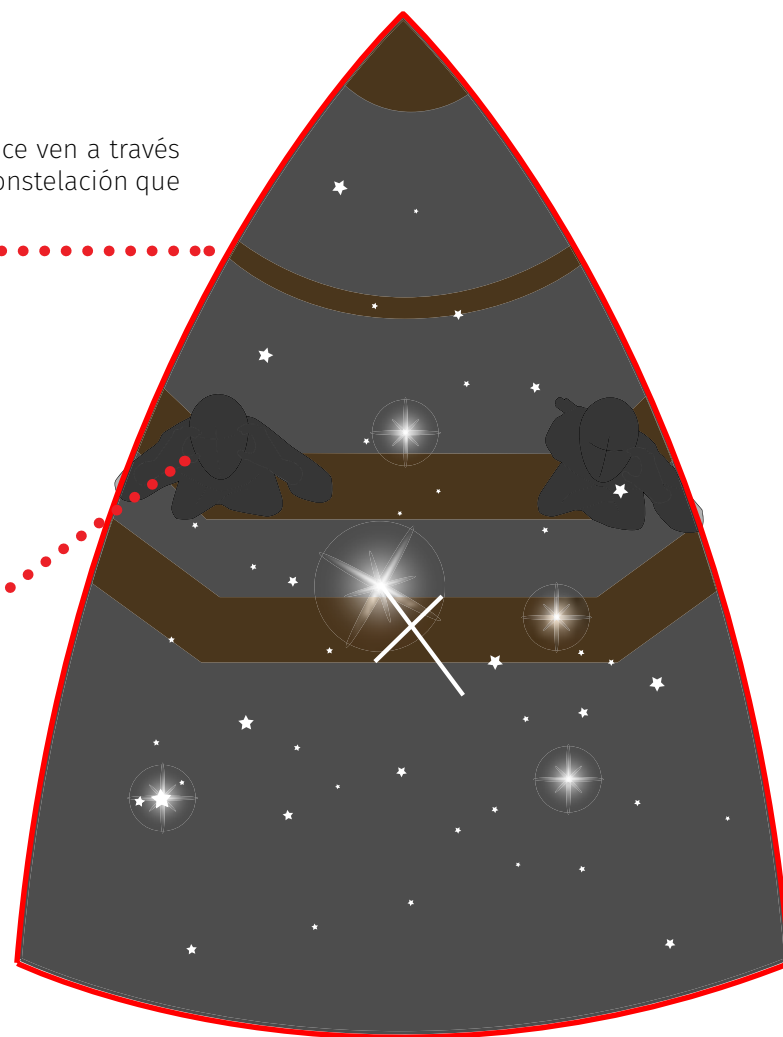
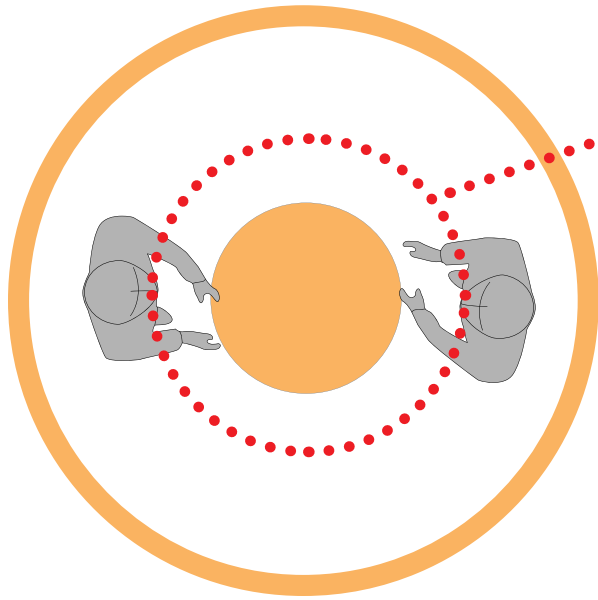


Figura 34. Disposición espacial 4. Desarrollada por el autor. [Esquema].

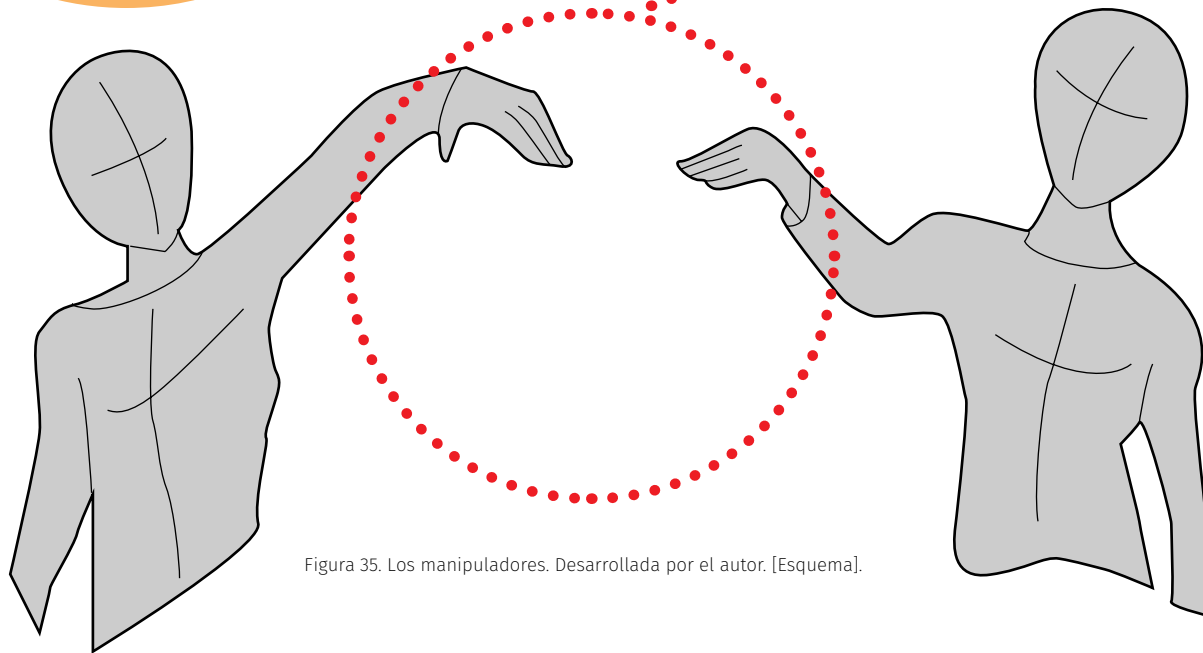


Los 2 participantes manipuladores **interactúan con elementos de una luminaria** que modifica la luz de la carpa.

4

Luminaria manipulable que modifique la luz interior de la carpa y la visibilidad de la luz de las estrellas

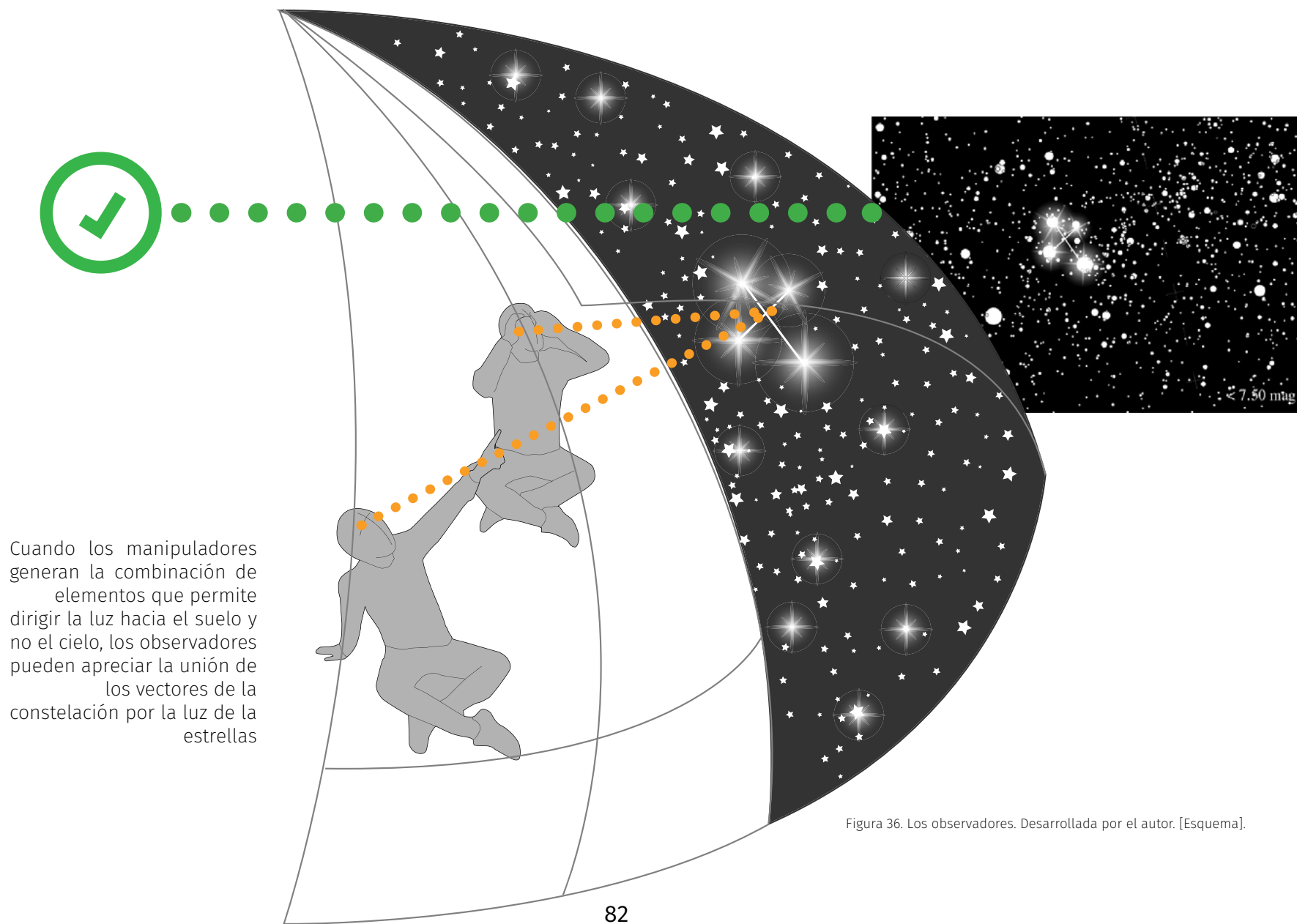
Elementos que representan la dirección y el color; difusores, refractores y gelatinas.



Cuando se genera la disposición correcta de los elementos en la luminaria, los manipuladores avisan a los observadores



Figura 35. Los manipuladores. Desarrollada por el autor. [Esquema].



Dinámica de juego

Los participantes observadores tienen en su campo de visión una constelación que verán unir con el brillo de las estrellas una vez los manipuladores realicen la combinación corecta de elementos en la luminaria

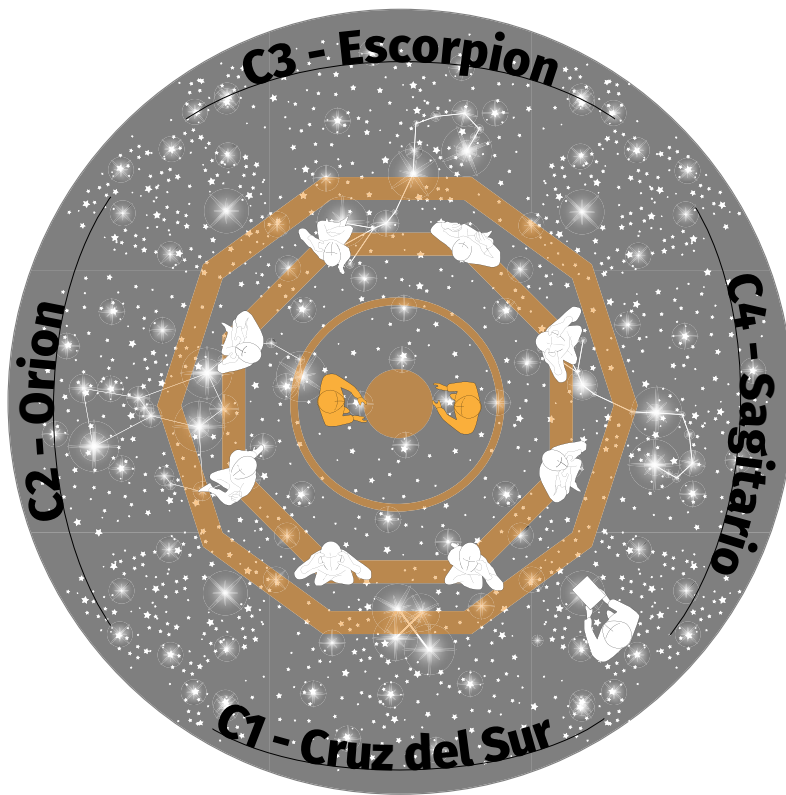
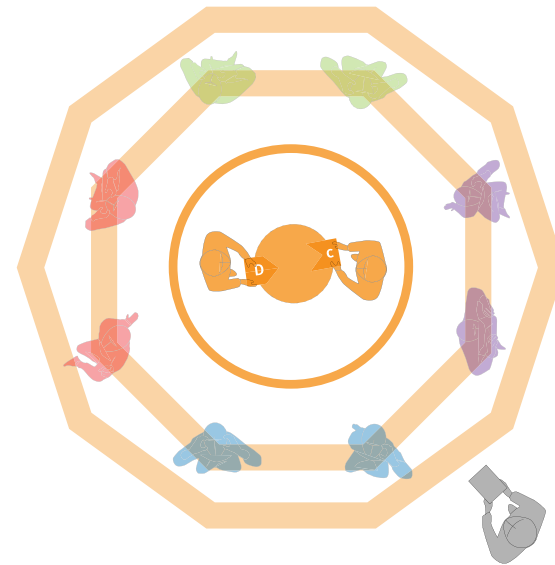
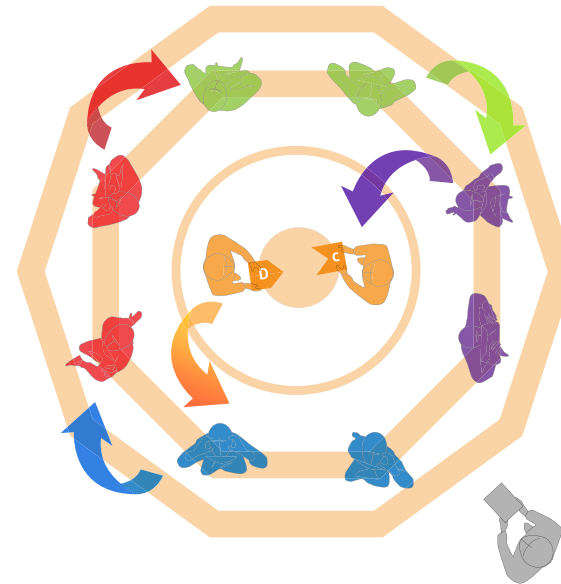


Figura 37. Dinámica de juego 1. Desarrollada por el autor. [Esquema].



1

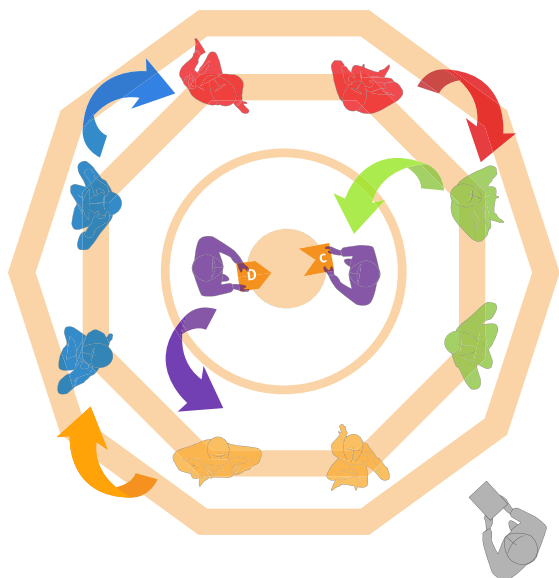
Los manipuladores realizan la combinación correcta de elementos y los observadores indican que ya ven sus constelaciones



2

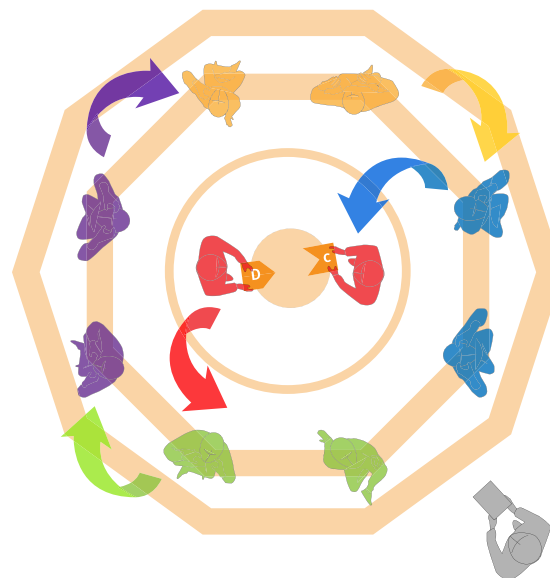
Los manipuladores pasan a tomar el lugar de la C1, los observadores de la C4 pasan a ser manipuladores, mientras que los observadores de C2 y C3 avanzan una constelación hacia su derecha

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA



3

Los nuevos manipuladores encuentran la combinación correcta y los observadores ya pueden ver sus constelaciones.



4

Se repite el mismo movimiento dos veces más hasta que todos los participantes hayan visto las cuatro constelaciones y hayan interactuado con la estación lumínica.

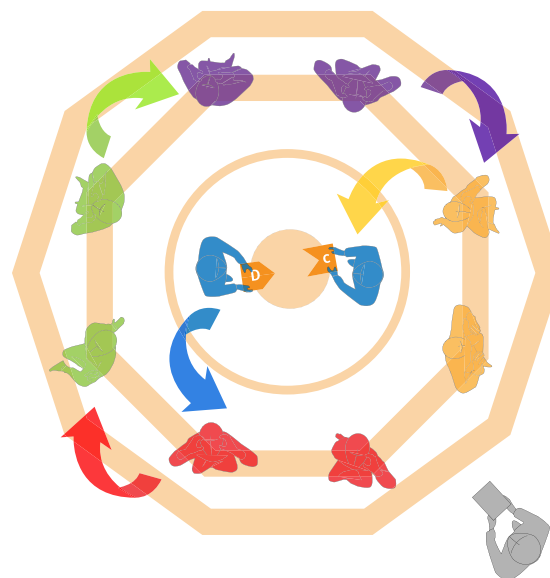
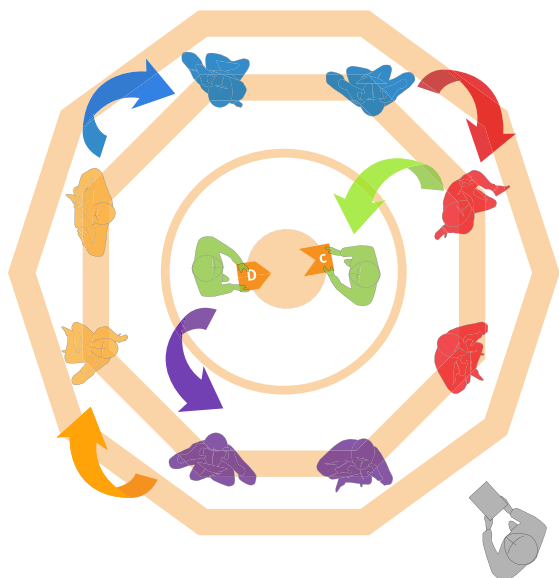


Figura 38. Dinámica de juego 2. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Testeo de desaparición

Como se mencionó anteriormente las medidas del brillo del fondo del cielo nocturno son las que determinan el grado de visibilidad de las estrellas durante la noche. Para efectos de esta experiencia se representaran dichas medidas en magnitudes estelares y no en arcsec² como miden los astrónomos, ya que el cambio de visualización lo experimenta el participante de la experiencia desde el punto de vista de un observador en un punto de la tierra, es decir, desde lo que puede apreciar a simple vista y no a través aparatos de observación astronómica.

Se realiza, por lo tanto una prueba del principio de desaparición el cual se proyectará, enfrentando una fuente luminosa (Led de contacto) que representará una luminaria artificial ante otra fuente representativa de la luz de las estrellas (Star master) sin considerar sus magnitudes estelares.

La prueba se realiza variando la distancia entre el Star Master y el Led de contacto como la manera de modificar la intensidad lumínica del Led sin tener que utilizar un aparato e mayor complejidad. En respuesta a cumplir con el efecto de desaparición planteado pero en una escala mayor, se trabaja este ítem a nivel conceptual, basado en el contraste generado en "el color de fondo del cielo" por la manipulación de la dirección de la iluminación que impacta directamente a la luz de la representación de las estrellas.



Figura 39. Prueba desaparición. Desarrollado por el autor. [Esquema].



Figura 40. Registro prueba de desaparición. Desarrollado por el autor. [Esquema].

Escala

Realizar una maqueta a escala permite visualizar de manera más directa la relación entre los participantes con el espacio. Para determinar las medidas de la carpa y la configuración de los espacios que forman parte de la experiencia, se transforma la medida del usuario más alto al cual está dirigida la actividad, es decir, la estatura de pie de niño 12 años P95 en escala 1:8 y es a partir de esta medida y los datos antropométricos de los participantes que se establecen las medidas generales.

Con respecto a la relación del monitor con el espacio, se considera una altura de 1.80 mts. ya que éstos deben ser además los instaladores de la carpa por lo que es un requerimiento que puedan alcanzar el cielo de la misma. Este usuario tiene el carácter de facilitador de los objetos y de dirigir la experiencia de los participantes, por lo que su relación con el espacio se considera como pasiva y no tiene el mismo nivel de estudio que con el usuario.

	1:1	1:8
Estatura de pie niño 12 años P95	1700 mm	213 mm



Los 10 niños participantes de la experiencia solo cuando entran a la carpa están de pie, el resto de la actividad lo hacen sentados.

Imagen 94 y 95. Escala maqueta. Fuente: El autor.

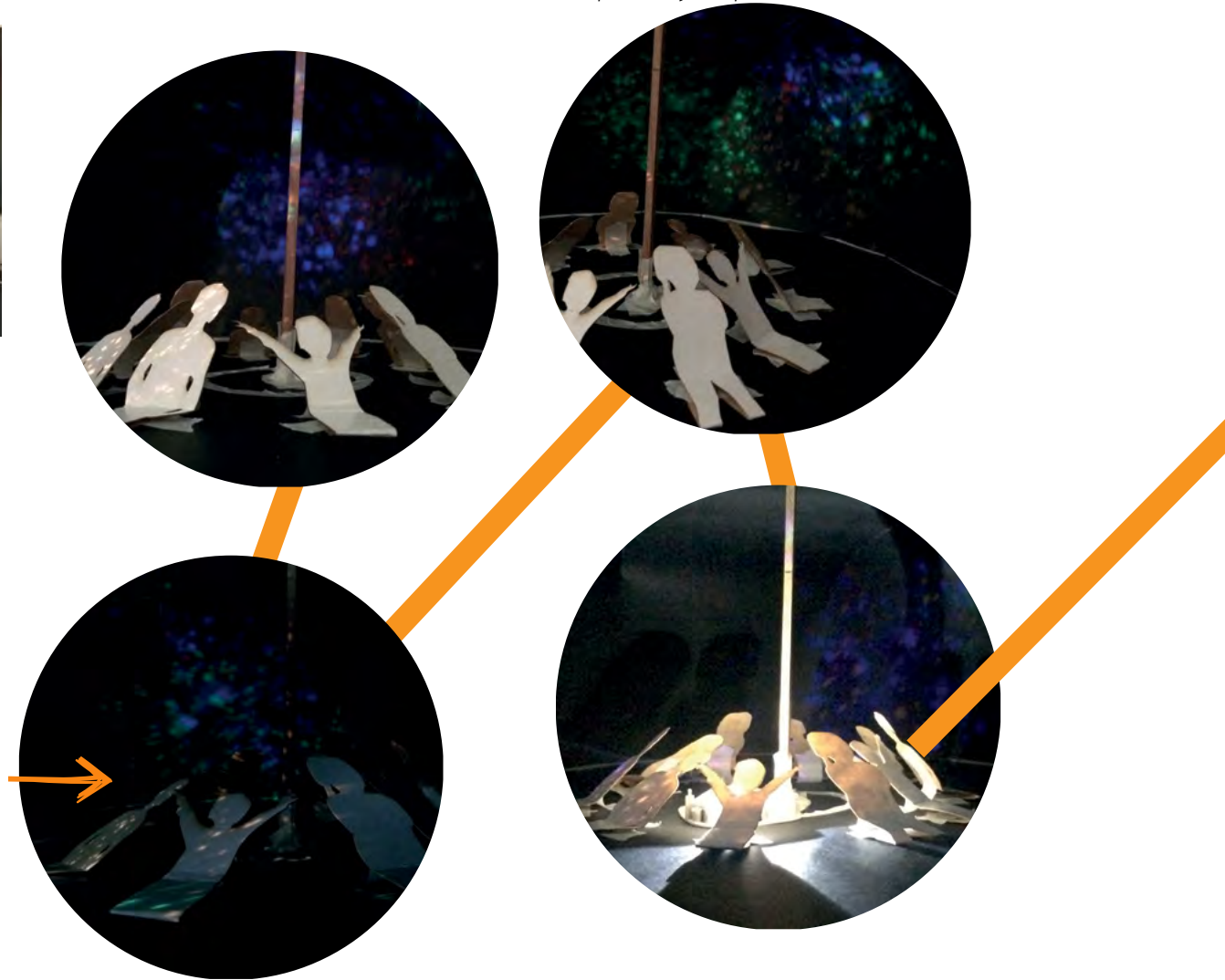
Maqueta de espacialidad

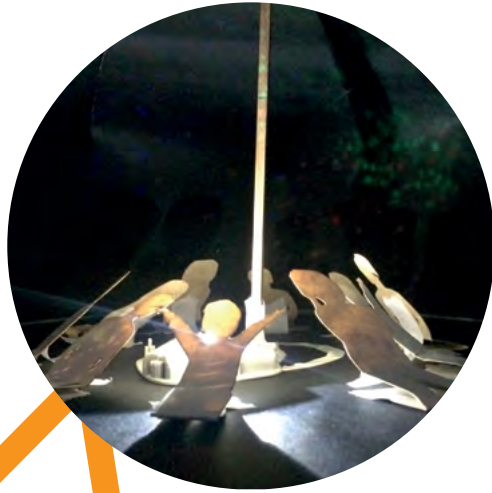
Con respecto a la altura, se considera entonces m_1 para establecer la distancia entre el participante y el punto de observación



Imagen 96 y 97. Escala maqueta 2. Fuente: El autor.

Al estar sentados en puntos fijos, el punto de observación se reduce a media altura de los participantes: 839mm.





Respondiendo a la interacción con la luminaria por parte de los manipuladores, se establece el perímetro de alcance de sus movimientos.



Luego de la interacción, reaparecen las estrellas que son visibles con una óptima iluminación artificial en una ciudad



Se ubican 2 manipuladores en el área de interacción para manipular la luminaria y permitir la reaparición.

	1:8	1:1
Área suelo carpa	2453mm	r: 2.5m 19.63 m ²
Altura carpa	375mm	3 m
Área hectágono	875mm	r: 1.5m 7 m ²
Área interacción actividad	221mm	r: 0.75m 1.77 m ²

Figura 41. Escala maqueta. Desarrollado por el autor. [Esquema].

5

Diseño de los elementos

Se identifica como elemento clave de la experiencia el dispositivo de la Luminaria, ya que es el objeto que modifica la luz interior de la carpa y la observación de las estrellas por la manipulación de elementos que la conforman

Carpa

Generar un ambiente oscuro, iluminado con la luz de las estrellas.

ATRIBUTOS

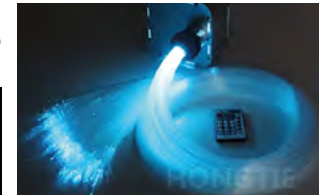
- Estructura blanda
- Elementos ligeros, instalación estructura + revestimiento en volumen reducido
- Proyecciones, ópticas, circuitos básicos de led, luz natural
- 1 o 2 sistemas análogos, con mismo principio de funcionamiento

Fibra Óptica

La fibra óptica es un hilo de vidrio o plástico transparente por donde se envían pulsaciones lumínicas (fuente led) o datos de telecomunicaciones. En iluminación, la luz fluye dentro de la fibra por una múltiple reflexión que la lleva hasta el final del hilo.

Dentro de sus múltiples aplicación la fibra óptica es un material que cumple con los requerimientos para la representación de la luz de las estrellas en el techo de la carpa.

REFERENTES



Arriba: Fibra Óptica RGB LED con motor de fibra óptica de 12V.
Izquierda: Iluminación de un techo en el interior de una casa

Exploración de estructuras para carpa de oscuridad.

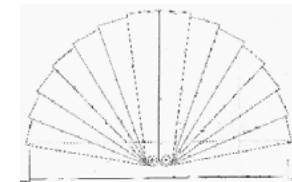


Figura 42. Referentes carpa. Desarrollado por el autor. [Esquema].

Soporte

Recibir el cuerpo del participante en una posición apta para realizar la observación

ATRIBUTOS

- Material blando
- Peso ligero
- Intervenir en puntos de apoyo del tren inferior
- Dirigir la orientación del participante en la observación

El participante se sienta sobre el soporte ubicado en el suelo de la carpa en las ubicaciones determinadas para la actividad. Para recibir el cuerpo en una posición de observación hacia el cielo de la carpa, se considera una posición sentada de relajación pero dirigida hacia arriba. A partir de esta consideración, la concentración del peso del participante sobre el respaldo debe ser compensada en un punto de apoyo de los pies, para generar la estabilidad deseada y la comodidad para la primera etapa de la actividad.

REFERENTES



Exploración de soportes de suelo para niños. Materiales y formas para dirigir el punto focal de observación de los participantes hacia el cielo de la carpa.

Soporte de suelo de diferentes materiales

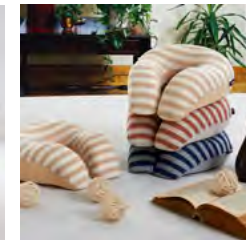


Figura 43. Referentes soporte. Desarrollado por el autor. [Esquema].

Lentes de observación

Permitir una inmersión dinámica para la representación del cielo oscuro.

- Todos los niños tienen la Misma visibilidad. En la interacción lúdica, las decisiones tienen consecuencias visibles
- Sujeción a la cabeza del participante
- 1 o 2 sistemas análogos, con mismo principio de funcionamiento
- Generar 4 imágenes dinámicas de representación del cielo

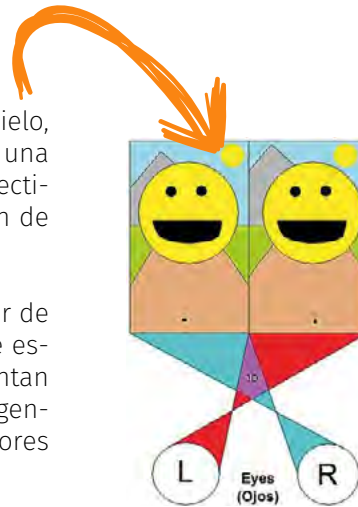
Esteroscopia

Para generar la sensación de dinamismo en la observación del cielo, se considera como principio la Esteroscopia, que consiste en una técnica que utiliza dos imágenes 2D que representan dos perspectivas de un mismo objeto, creando en el cerebro, una percepción de profundidad.

Como referente directo, está el juguete View-master, que a partir de un disco con diferentes imágenes de objetos, crea la técnica de esteroscopia. Para este caso se utilizarán 8 imágenes que representan la visualización de 4 estados de un cielo oscuro (mag. 4 a 7), generando la visualización de profundidad con respecto a los colores del fondo del cielo estrellado.

REFERENTES

View master, gafas de visualización 3D, lentes de realidad virtual



Exploración del objeto



Figura 44. Referentes lentes de visualización. Desarrollado por el autor. [Esquema].

Luminaria de transición colaborativa

Luminaria que modifique la luz interior de la carpa y la observación de las estrellas por la manipulación de elementos que la conforman

Jerarquización de requerimientos

Lograr mediante la configuración de la luminaria aplicar los parámetros de la iluminación artificial que es óptima para el control de la contaminación lumínica:

- Dirección del flujo luminoso
- Color de la luz
- Orientación de lámpara

Ya definido el contexto para la utilización de la luminaria, los antecedentes y definida la función principal del objeto, es necesario hacer la transición entre los requerimientos, la interacción por parte del usuario y los atributos del producto.

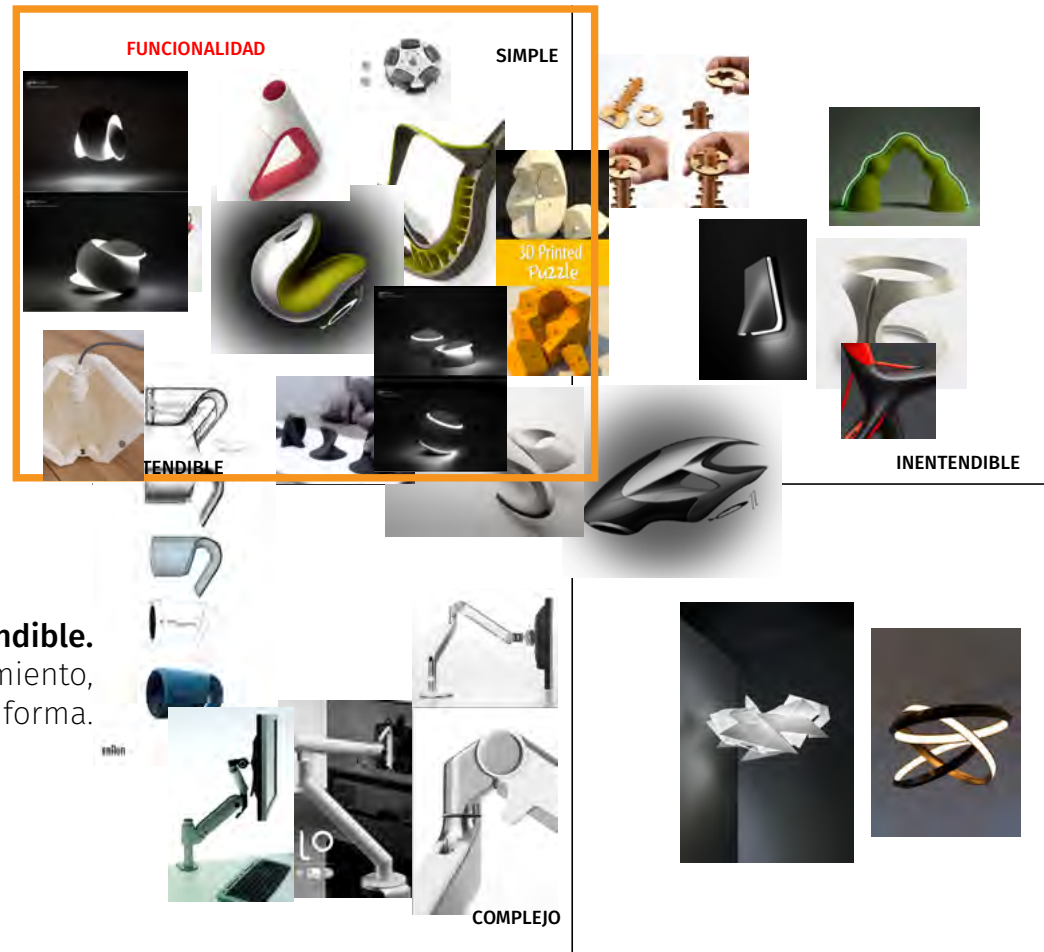
Se identifican entonces los requerimientos más importantes para el diseño de la luminaria mediante una escala de jerarquización

Requerimiento	Decisiones de producto
De interacción participativa	5 elementos
De manipulación sencilla	Colores indicativos
Responder a movimientos intuitivos	Desplazamiento, rotación
Pocos procesos constructivos	Selección menos de 3 materiales
Bajo peso de los elementos	Objetos de luminaria de polímero termoformado
Estabilidad de la luminaria	Estructura metálica
Duradero en el tiempo	Bajo desgaste en usabilidad
Volumen de producción	Tres kit de actividad (II, III Y IV región.)
Volumen reducido de luminaria	Escala de participantes

Figura 45. Requerimientos del dispositivo Desarrollado por el autor. [Tabla].

Mapa de producto

Se realiza un mapa de producto, oponiendo características en dos planos (x e y) para ubicar las imágenes de los referentes de forma y de luminarias en el cuadrante de cada mapa. Se establecen dos características que responden a 2 de los principales requerimientos; Funcionalidad y Estética de la forma.



Lo simple y entendible.
Ocultar piezas de funcionamiento,
el movimiento condiciona la forma.

Figura 45. Mapa de producto 1. Desarrollado por el autor. [Esquema].

Lo moderno y colorido.

La protección de la luz y lo espacial

Minimalismo, formas sinuosas, indicar la manipulación por aplicación de colores.

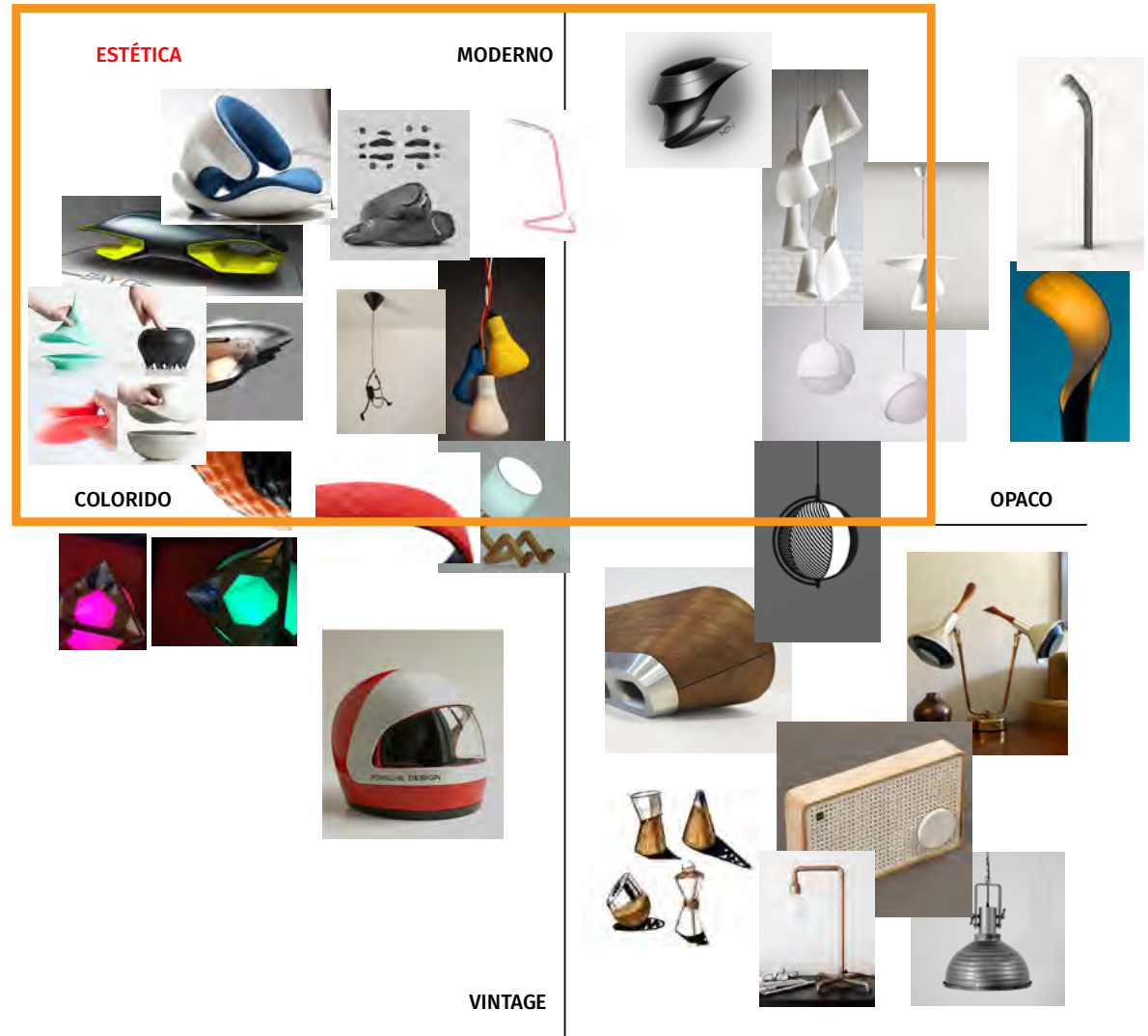
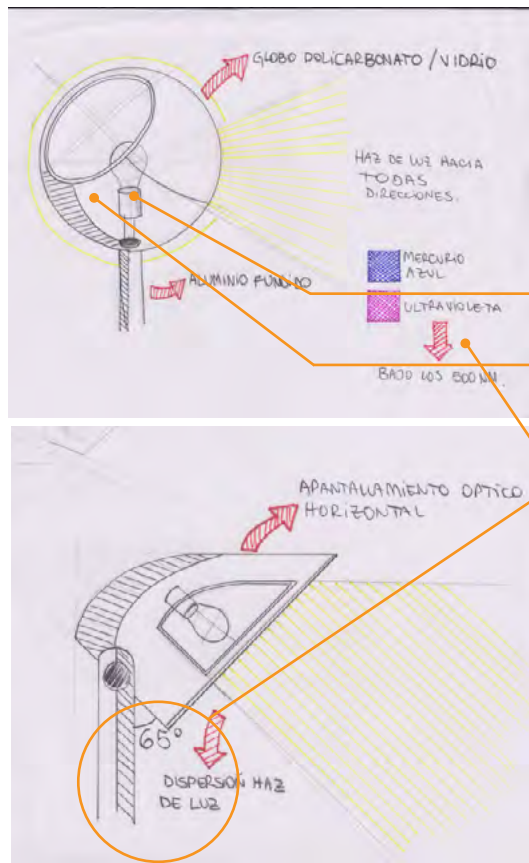


Figura 46. Mapa de producto 2. Desarrollado por el autor. [Esquema].

Luminaria perjudicial v/s luminaria óptima

Para determinar la arquitectura del producto, se analiza comparativamente las características de una luminaria que produce el mayor nivel de C.L v/s una luminaria que produce un nivel óptimo en la utilización de la luz para reducir la C.L.

Luminaria perjudicial



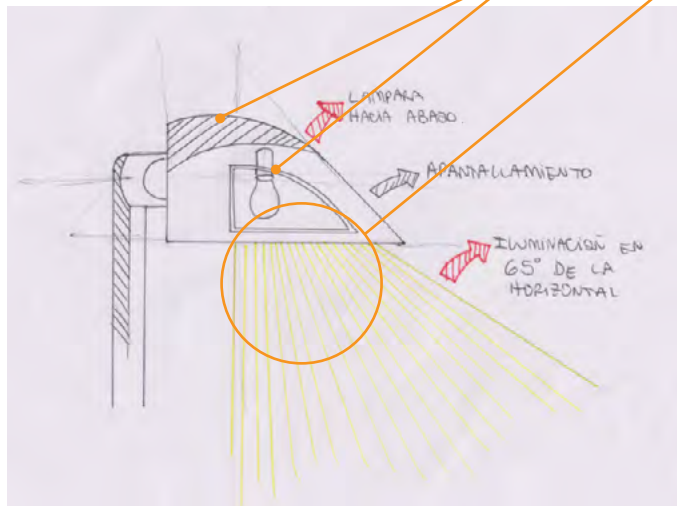
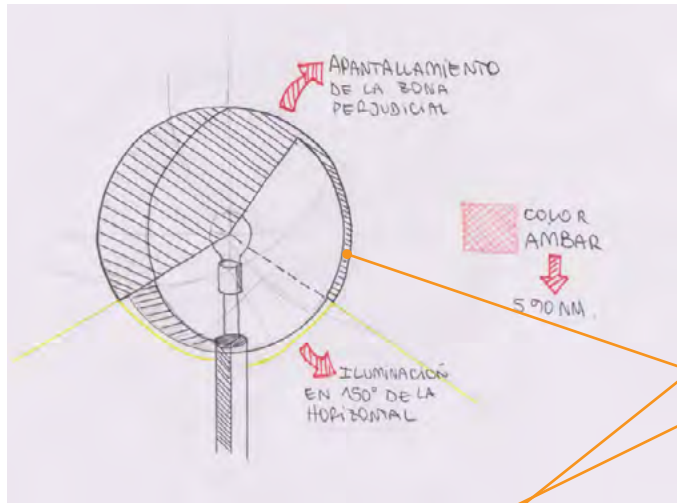
Se realiza el análisis de dos luminarias de alumbrado público, la primera corresponde a la luminaria “tipo” más recurrente en plazas y parques, compuesta de un globo de policarbonato sobre un soporte metálico que la conecta con el suelo, esta no posee reflector ni pantalla. La segunda corresponde a una luminaria con reflector y pantalla pero mal orientada, se identifican las características de cada una para generar un análisis complementario

Síntesis de análisis

- Ubicación de la lámpara de abajo hacia arriba en la luminaria
- Difusor en toda la zona que ilumina la lámpara
- No existe apantallamiento hacia ninguna dirección
- Dispersión del haz de luz sobre los 65° sobre la horizontal
- Espectro continuo de muchas bandas de color
- Emisión bajo los 500nm.
- Lámparas de mercurio azul y ultravioleta
- LED Blancos son los más dañinos

Imagen 98 y 99. Croquis análisis luminaria perjudicial. Fuente: El autor.

Luminaria óptima



Síntesis de análisis

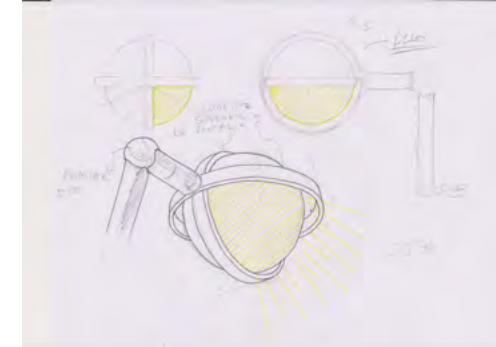
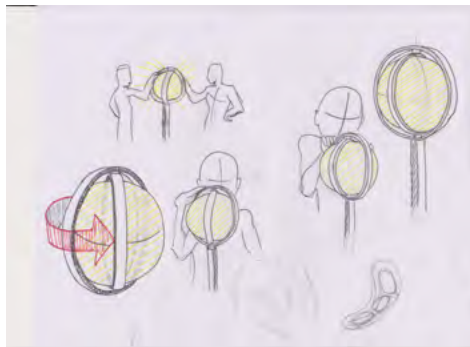
- Ubicación de la lámpara de arriba hacia abajo en la luminaria
- Reflector sólo cubre la zona a iluminar
- Dispersión del flujo luminoso de 65° bajo la horizontal
- Emisión sobre a los 500nm.
- Espectro de pocas bandas de color
- Lámparas color ÁMBAR (590nm) de sodio de baja presión

Imagen 100 y 101. Croquis análisis luminaria óptima. Araya, Diego (2017).

Exploración de la interacción

En una primera instancia y como acercamiento a visualizar las interacciones de los participantes con la luminaria, se proyectan movimientos poco complejos y realizables por todos los participantes. Las manos como el medio para el movimiento de los elementos, reduce la escala de la interacción y es más manejable por parte de los participantes.

La luminaria debe responder a una transición entre una luminaria que es perjudicial a una que es óptima para controlar la c.l., por lo que en una primera instancia debe iluminar hacia todas direcciones para con la interacción restringir la iluminación sólo al suelo de la carpa.



Imágenes 102 a 106. Croquis análisis luminaria óptima. Fuente: El autor.

Dinámica de interacción

Con el propósito de normalizar la interacción de los participantes manipuladores se define un movimiento para cada parámetro de la luminaria.

Parámetro	Componente de luminaria	Consecuencia de uso	Movimiento
Dirección flujo luminoso	Pantalla / Reflector	Modificar la orientación de la pantalla de la luminaria	1 Desplazamiento de pantalla sobre soporte
Color de luz	Filtro / Difusor	Modificar color de luz de la luminaria	Integrar movimientos 1 y 2
Orientación de lámpara	Soporte lámpara	Modificar la posición de la ampollita dentro de la luminaria	2 Rotación de soporte dentro de luminaria

Figura 47. Dinámica de interacción. Desarrollado por el autor. [Tabla].

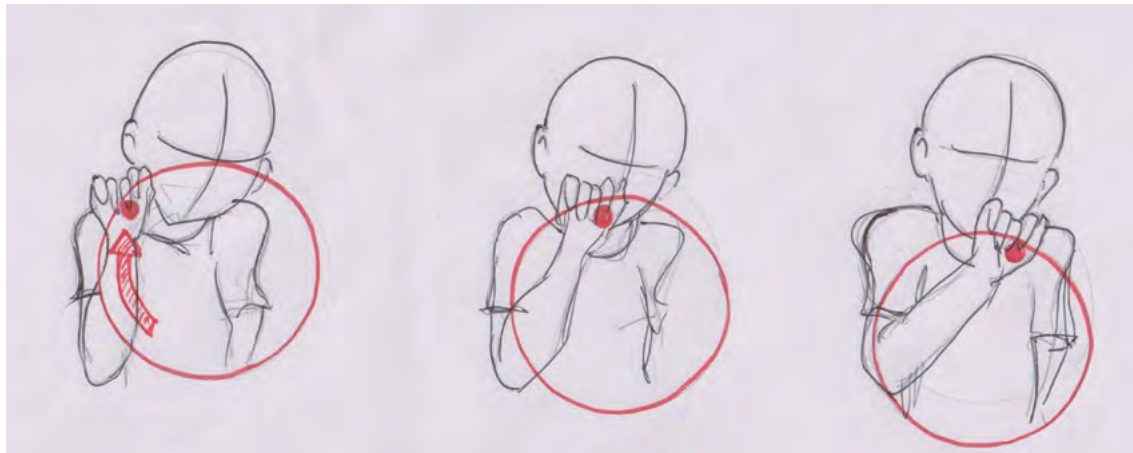
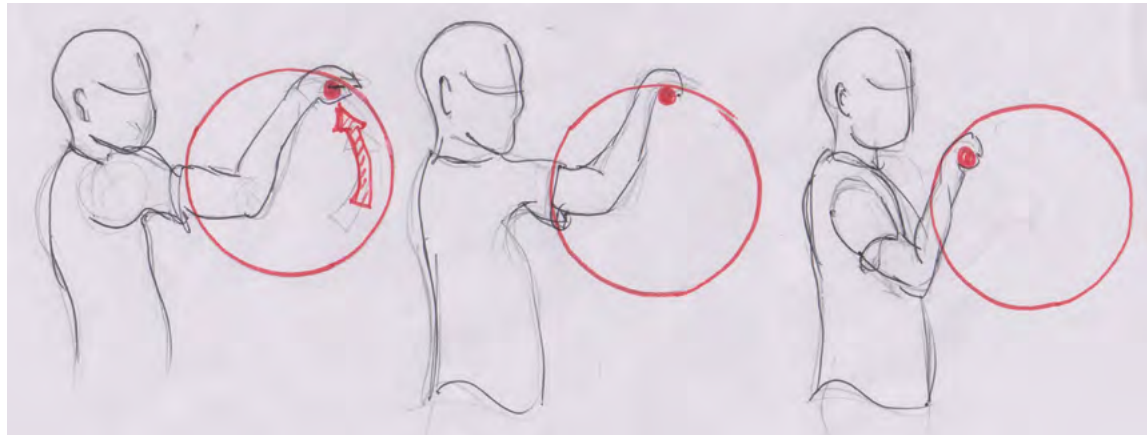
Al ser dos los participantes que interactúan con la luminaria, se asignan 2 movimientos complementarios, uno a cada manipulador, para lograr la finalidad de la actividad lúdica; reaparecer las estrellas e iluminar hacia el suelo.

Transición colaborativa

Al ser los movimientos de los participantes manipuladores de carácter complementario, deben realizarse en dos planos opuestos para poder efectuarse de manera independiente, es decir uno no interfiere en el otro, pero simultáneos, es decir, sin generar interferencias al realizarse de manera conjunta.

MANIPULADOR 1

Movimiento de pantallas y reflectores que cambian la dirección de la luz del dispositivo.



MANIPULADOR 2

Movimiento en un segundo plano, posicionándose frente a la luminaria y su compañero. Este manejará la orientación de la lámpara al interior de la luminaria

Imagen 107 y 108. Croquis participantes manipuladores.
Fuente: El autor.

Iteración de prototipos

Propuesta 1

La primera propuesta refleja la búsqueda de un mecanismo que permita el movimiento de los elementos por sobre el globo de polycarbonato de la luminara tipo de plaza. En una primera instancia se proyecta separar los reflectores de dirección (movimiento sobre un eje) de los filtros de color (movimiento sobre la superficie esférica) trabajando en dos planos de distancia con la superficie de la esfera, permitiendo el movimiento simultáneo por parte de los participantes.

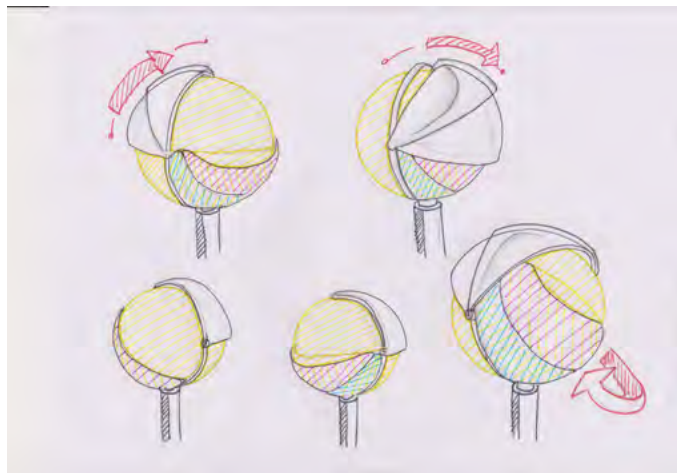


Imagen 109. Croquis propuesta 1. Fuente: El autor.

El desarrollo de un prototipo compuesto de una esfera de poliestireno expandido sobre una estructura que simula su base con un peso de 2,5 kg. para darle mayor estabilidad a la esfera durante la manipulación de los elementos sobre ella. En este prototipo se explora la forma de los reflectores, para esto, se construye una estructura de aluminio consistente en dos pletinas que forman 1/8 del diámetro de la esfera.



Imagen 110. Prototipo propuesta 1. Fuente: El autor.

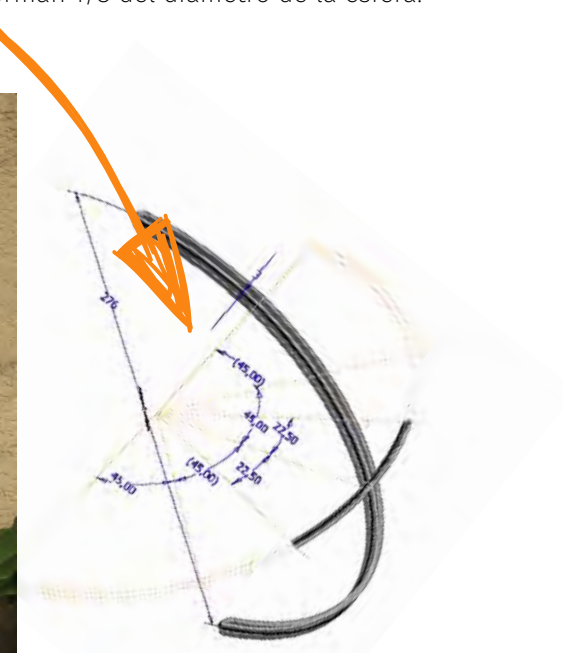


Imagen 111. Plano estructura aluminio propuesta 1. Fuente: El autor.

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA

- Se generan los ejes sobre la esfera con cintas magnéticas para permitir que el movimiento de los reflectores sea en un eje vertical de dirección. A su vez, para suavizar el movimiento en los extremos del esqueleto de aluminio del elemento se añaden 2 rodamientos radiales de bola.

- Los puntos de apoyo del elemento con la esfera son imanes neodimios, ya que tienen una fuerza magnética de atracción mayor a los imanes naturales.

- El peso de la estructura de la esfera no es suficiente, ya que el movimiento del reflector no permite un deslizamiento suave, por lo que se descarta la inclusión de los rodamientos bajo el principio de limpiar lo mayor posible la superficie esférica.

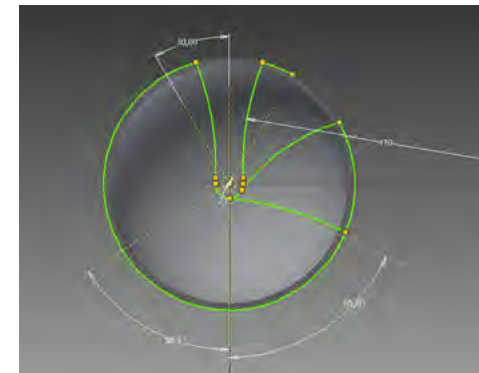
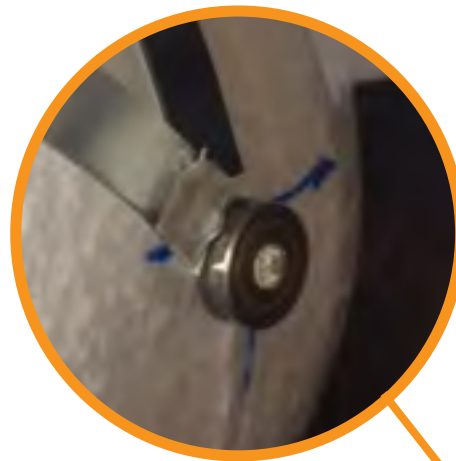


Imagen 112. Plano de corte reflectores propuesta 1.
Fuente: El autor.

Como se aprecia en la imagen 112, se consideran los 65° bajo la horizontal para la separación de los reflectores en elementos complementarios.



Imagen 113 a 118. Movimiento propuesta 1. Fuente: El autor.

Para el desarrollo de la siguiente propuesta, se modifica el rodamiento radial de bola como parte de la esfera de la luminaria y se prueba con un imán de apoyo para generar la estabilidad de la pieza sobre la esfera. Esta forma responde a la partición de la esfera dentro de los 230° restantes de los 130 considerados para la iluminación hacia el suelo de la luminaria.

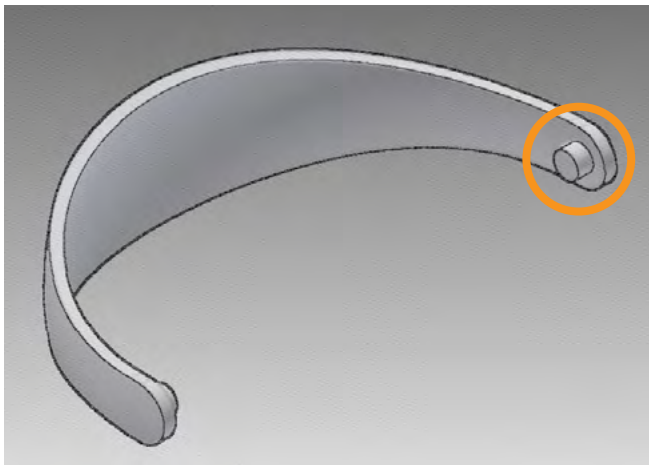


Imagen 119. Modelo 1 reflector. Fuente: El autor.



Primer reflector de aluminio. Al ser una lámina, no se genera la doble curvatura propia de una esfera



El cartón corrugado permite la conformación de una pieza con doble curvatura como revestimientos + el esqueleto de aluminio que le brinda rigidez al reflector.

Imagenes 120 a 122. Prototipos reflector propuesta 1. Fuente: El autor.

En la exploración de los reflectores, se desarrollan prototipos para definir la silueta de corte de la esfera representada en la imagen 112. Se descarta entonces la conformación del reflector sólo con la pieza de aluminio y se desarrolla a partir del revestimiento de cartón a través de la iteración para definir la forma complementaria de la pieza final.

Propuesta 2

Para esta propuesta se trabaja sobre un globo de policarbonato de pintura difusora opal, en su interior una ampolleta led de 12V. Se incluyen los ejes para esta propuesta dentro del globo de policarbonato, en este caso son pletinas de una plancha de acero de 0.4 mm de espesor por 20 mm de ancho.

Se mantiene el esqueleto de aluminio para el reflector y se complementa con una superficie de cartón corrugado.



Imágenes 123 y 124. Prototipos propuesta 2. Fuente: El autor.

Reflectores complementarios

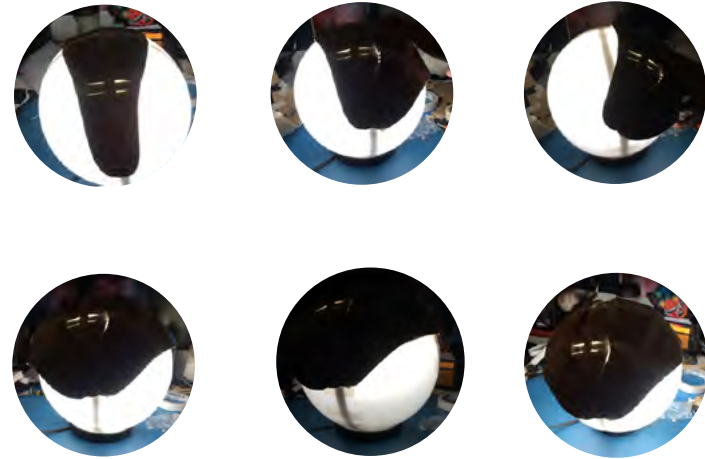


Imagen 125 a 130. Prototipos reflectores propuesta 2. Fuente: El autor.

Prueba de reflexión por parte de Pablo (Focus group) con el elemento que modifica la dirección de la luz.



Imagen 131 y 132. Testeo uso propuesta 2. Fuente: El autor.

A partir del testeo de la propuesta 2 con los niños del focus group, se llega a la conclusión de que el globo de policarbonato como superficie de contacto con los reflectores no permite que la luz se refleje en los elementos para restringir el límite de la luz a el círculo en el suelo, de esta forma es necesaria una reflexión directa desde la fuente de luz a la superficie reflectante, considerando la forma y distancia entre ambas.



Imagen 133 y 134. Referentes de reflectores. Fuente: El autor

Se observan los referentes de los reflectores para las luminarias de globo fabricados especialmente y probados en laboratorios para cumplir con la norma de la contaminación lumínica. Este se bada en un anillo a mitad del globo para dirigir la luz hacia el suelo y otro con la mitad superior del globo pintada.

A partir del primer acercamiento a la forma se realiza una visualización del comportamiento de la luz dentro de la luminaria y como debiesen cubrir los reflectores la misma para provocar en el suelo el límite de alcance de la iluminación.

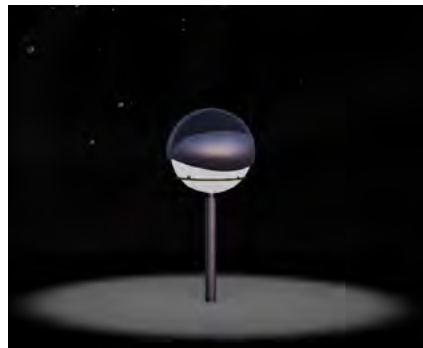
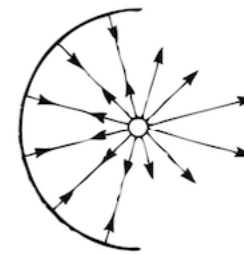
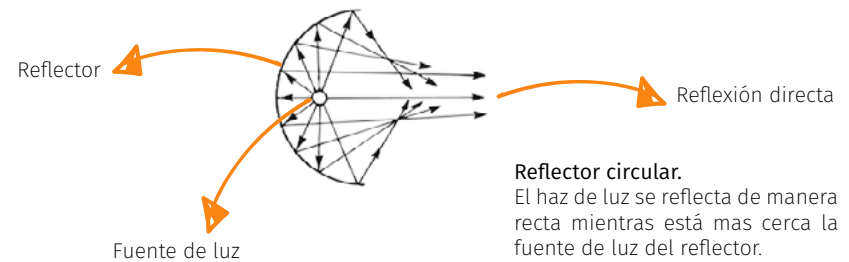
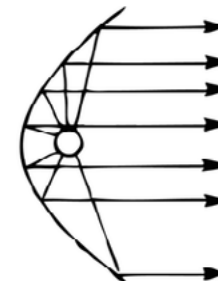


Imagen 136. Prueba de reflexión. Fuente: El autor

Los reflectores especulares reflejan la luz de manera precisa, cuando se quiere iluminar un área determinada con un límite claro y marcado de la luz. Los tipos son los siguientes:



En cambio, cuando la fuente de luz se encuentra en el centro de la circunferencia del reflector, solo se reflejan los rayos directos de la lámpara, ya que los que inciden sobre el reflector se redirigen a la misma lámpara



Reflector parabólico.
Cuando la lámpara se ubica en el centro del reflector se proyectan los rayos de luz de manera paralela

Imagen 137 a 139. Reflectores especulares. Fuente: <https://goo.gl/JNtUAK>

Propuesta 3

El objetivo de esta propuesta será testear si la descomposición de los movimientos de la interacción por parte de los participantes en dos elementos complementarios de la luminaria, permite un mejor entendimiento de la dinámica del juego.

Una estructura de dos pletinas perpendiculares cilindradas que reciben la ampollita en su centro, con un eje para su rotación desde dos extremos de la misma, uniéndose a través de un rodamiento axial a un aro exterior por donde transitarán los reflectores.

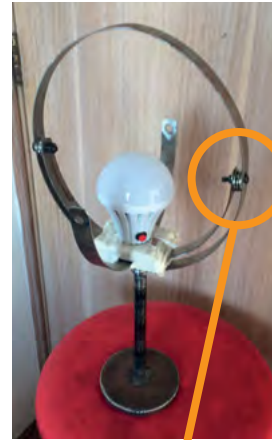


Aro exterior para reflectores



Estructura interior para ampollita y filtro de color

Imagen 139 y 140. Partes propuesta 3. Fuente: El autor.



Con respecto a los reflectores, para esta propuesta se realizaron cortes en un globo de policarbonato reciclado de una luminaria de plaza.

Para que las piezas se unan por forma-contraforma, se diseña una plantilla de cartón corrugado con cortes transversales que permiten darle una doble curvatura y así descomponer el globo para transformarlos en reflectores unitarios que forman una media esfera permitiendo la reflexión de la luz en forma circular hacia el suelo.

Imagen 141 y 142. Prototipo propuesta 3. Fuente: El autor.

Rodamiento de carga axial

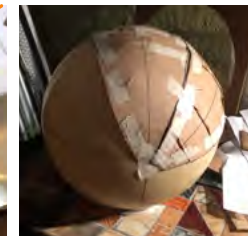
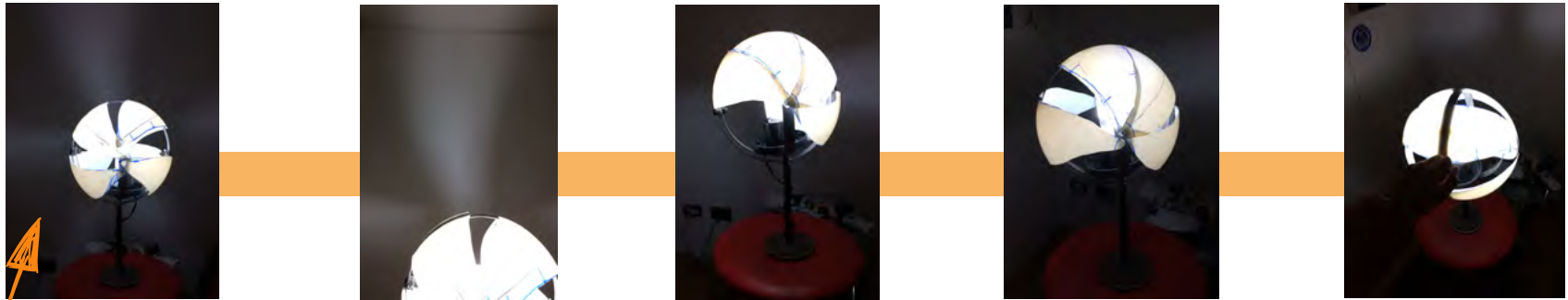


Imagen 143 a 145. Corte globo propuesta 3. Fuente: El autor.



Una vez obtenidas las piezas reflectantes, se prueban en el prototipo, obteniendo diferentes conformaciones y formas de reflexión de luz como se había proyectado inicialmente. La regla para el uso de estos reflectores es posicionarlos al rededor del aro de apoyo y ubicarlos de tal manera de reflejar la luz de la luminaria hacia el suelo, evitando que esta impacte sobre la horizontal.

La imágenes inferiores representan el testeo del prototipo con el focus group. Una vez dadas las reglas de la dinámica, los participantes se involucran con el prototipo, discutiendo entre ellos como debiese ser la posición de los elementos. Se identifica que es necesario asignar las tareas de interacción de manera más precisa y definida para así evitar provocar una dinámica mas libre.

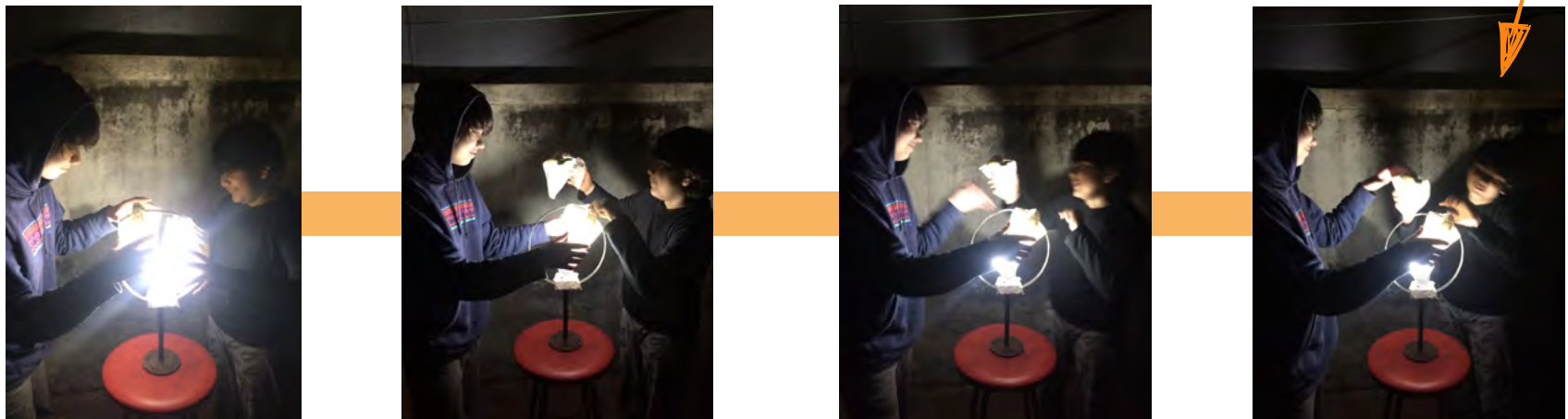


Figura 48. esteo prototipo 3. Desarrollado por el autor. [Esquema].

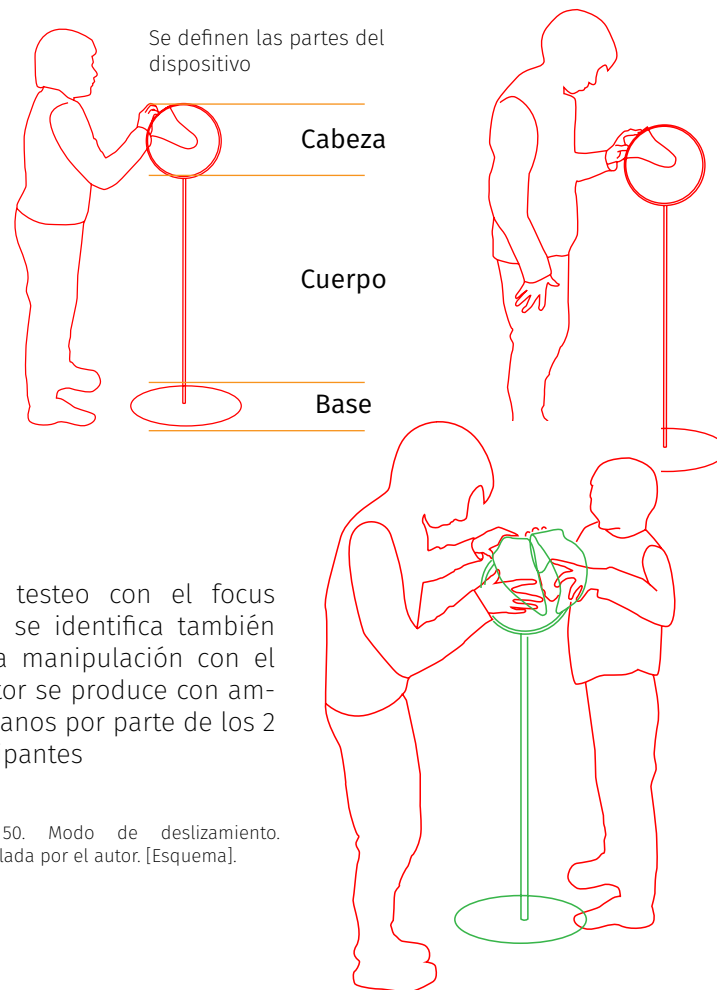
Síntesis de propuestas

	 Propuesta 1	 Propuesta 2	 Propuesta 3
Reflexión de luz	No	Indirecta	Directa
Reflectores	Sólo esqueleto	Esqueleto+revest.	Una sola pieza
Peso estructura	No permite mov.	Mov. suave	Mov. duro
Usabilidad	No se entiende	Deslizamiento	Cambio de posición
Estabilidad	Peso inferior	Peso en globo	Peso superior

Figura 49. Síntesis de propuestas. Desarrollada por el autor. [Tabla].

Consideraciones de hapticidad

Para que los reflectores sean fáciles de usar y entendibles por los niños, se trabaja el aspecto indicativo de movimiento considerando el agarre de la pieza desde su centro para su deslizamiento por el riel.



En el testeo con el focus group, se identifica también que la manipulación con el reflector se produce con ambas manos por parte de los 2 participantes

Figura 50. Modo de deslizamiento. Desarrollada por el autor. [Esquema].

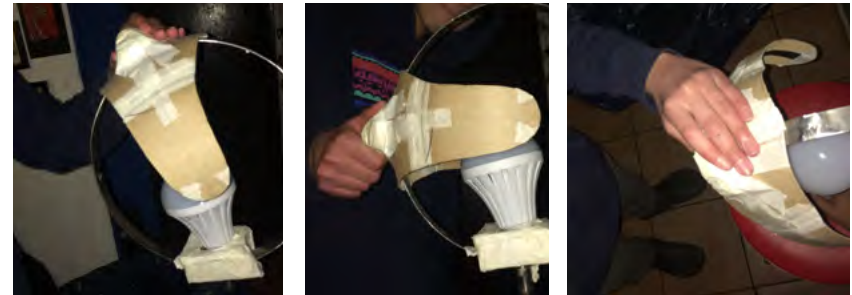


Imagen 146 a 148. Testeo hapticidad reflector. Fuente: El autor

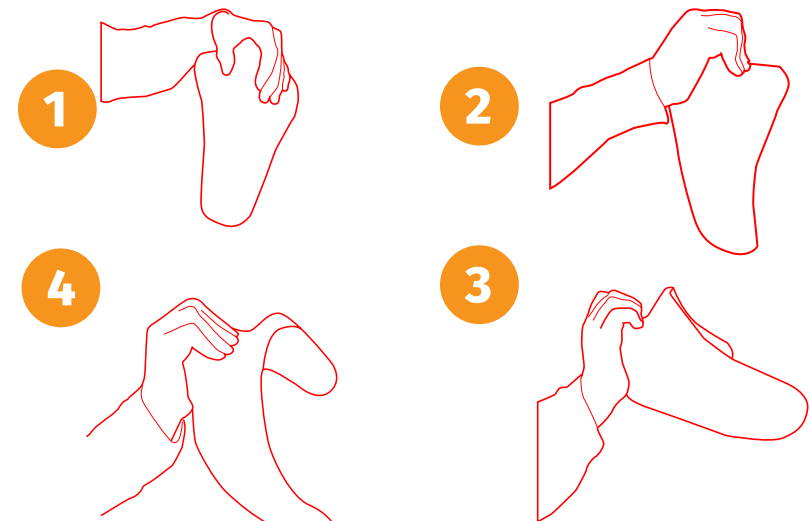


Figura 51. Modo de agarre reflector. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Funcionamiento

Se define el movimiento rotacional de la cabeza del dispositivo, por la colaboración entre los participantes al configurar la luminaria. Determinando el mecanismo de rotación como vínculo entre la cabeza y el cuerpo del dispositivo, de la siguiente manera:

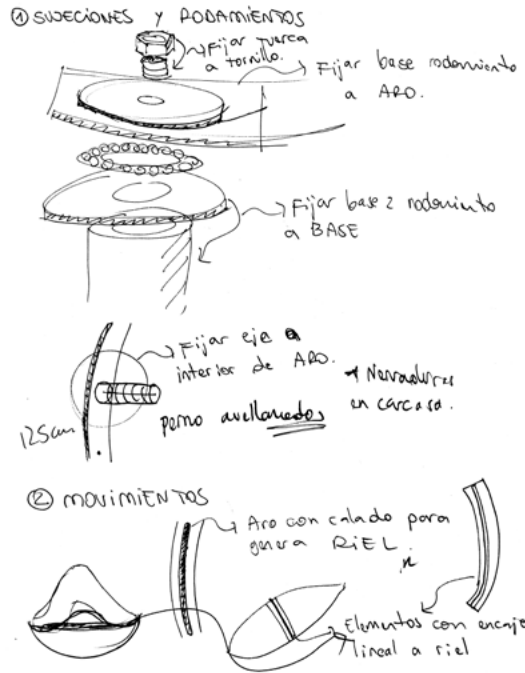


Imagen 149. Croquis funcionamiento 1. Fuente: El autor.

La rotación en base a un rodamiento de carga axial.

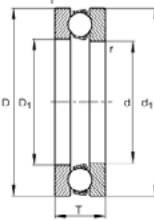


Imagen 149. Plano rodamiento axial. Fuente: Schaeffler.

Se considera el rodamiento inserto en una taza consolidada al cuerpo del dispositivo de un diámetro décimas mayor a "D". Considerando el diámetro del eje interior "d", un perno consolidado a la taza y el tubo del cuerpo por dentro.

En respuesta a distribuir el peso del dispositivo, es importante considerar las partes por separado. Poniendo énfasis en la estabilidad por la interacción en la cabeza del mismo, es necesario que la base tenga un peso adecuado para evitar el vaivén con el movimiento y facilitar la interacción con los elementos de la cabeza.

Para dar continuidad a la forma de la cabeza, es que a través del cuerpo del dispositivo se une la base siguiendo la contracurva que forma la silueta unificada del mismo.

Considerando que se trata de un dispositivo para una producción en baja escala y con procesos más bien artesanales, se establece el plegado de pletinas como proceso de fabricación. Ya que el peso en este caso no sería el suficiente para lograr estabilidad en todo el dispositivo, se cubrirán los espacios vacíos entre las pletinas para agregar más peso a la base.

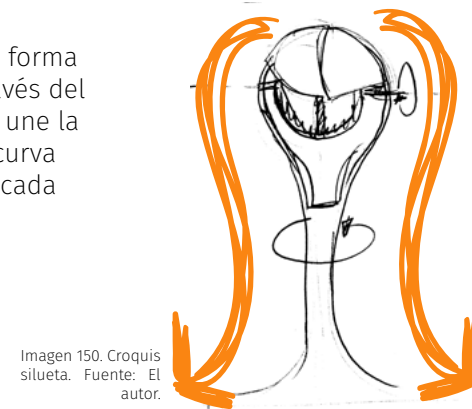


Imagen 150. Croquis silueta. Fuente: El autor.

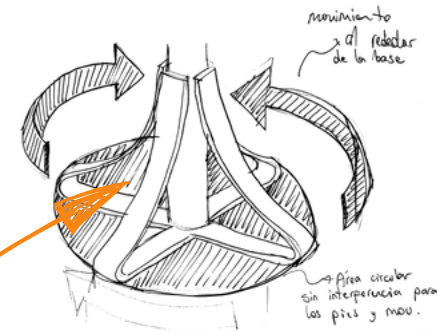


Imagen 151. Croquis base. Fuente: El autor.

Para el funcionamiento de rotación interna de la ampolleta, se utilizarán separadores de acero masizo con hilo interior, entre la pletina cilíndrica del anillo exterior y el medio anillo interior. De esta manera, se ajusta la presión del separador entre las pletinas mediante el perno para consolidar la pieza completa, permitiendo el movimiento de rotación del anillo sin soltarse por el hilo del perno. Para asegurar que el movimiento se produzca sin afectar la presión de las pletinas con el separador se considera una tuerca con freno plástico para ajustar el perno desde el anillo exterior.

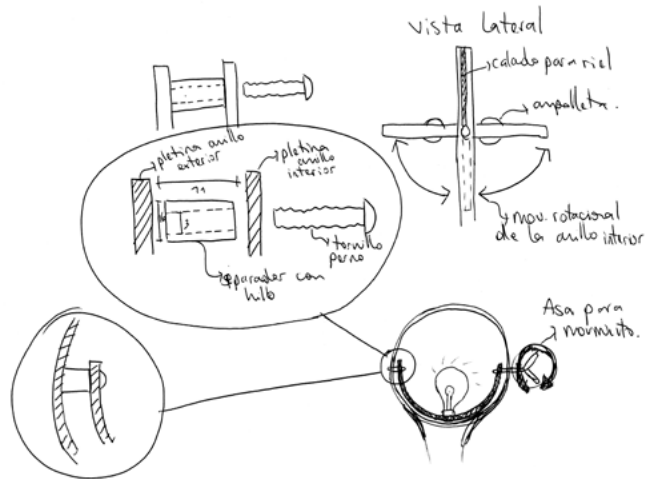


Imagen 152. Croquis funcionamiento interno. Fuente: El autor.

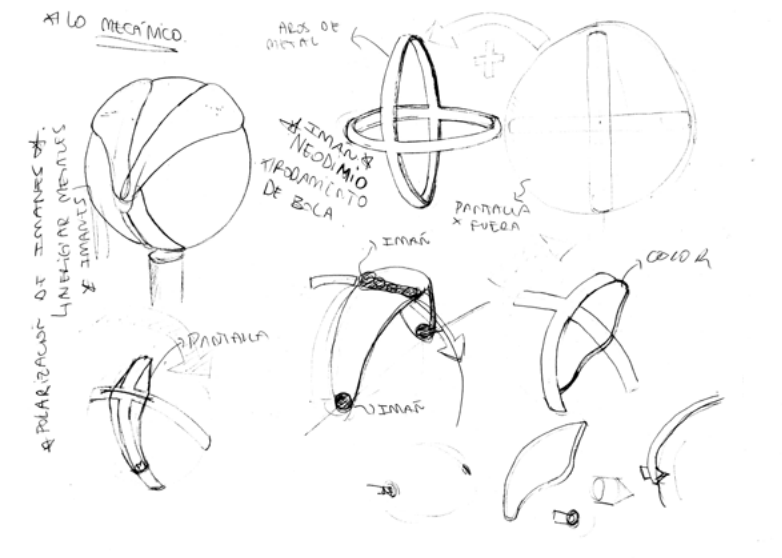


Imagen 153. Croquis funcionamiento riel. Fuente: El autor.

Con respecto al movimiento de los reflectores, luego de las pruebas de funcionamiento con los prototipos anteriores, se concluye que el anillo exterior debe tener un calado que cumpla la función de riel o guía. Considerar también 2 puntos de apoyo como imanes en la pieza del reflector distribuidos en los extremos de su eje medio inferior para guiar el movimiento por la pletina sin desestabilizar el reflector de su posición durante el movimiento y configurar de manera óptima la luminaria para juntarlos con los otros 3 reflectores.

Propuesta final



Con respecto a la propuesta cromática del dispositivo, esta responde a la visibilidad de los elementos en el ambiente oscuro.



Dominante Tónico-indicativo



Vista superior

El cambio de la silueta conformada por curvas a una recta en la base, es con el fin de permitir una fabricación menos costosa y adecuada a las posibilidades de producción en el taller de metales asociado al proyecto.

Imagen 154 a 157. Propuesta final. Fuente: El autor.

Las gomas de los reflectores se fundamentan en dos aspectos esenciales; 1) El factor indicativo de configuración de la luminaria, y 2) Amortiguar golpes ante las posibles caídas en su manipulación.



Vista inferior

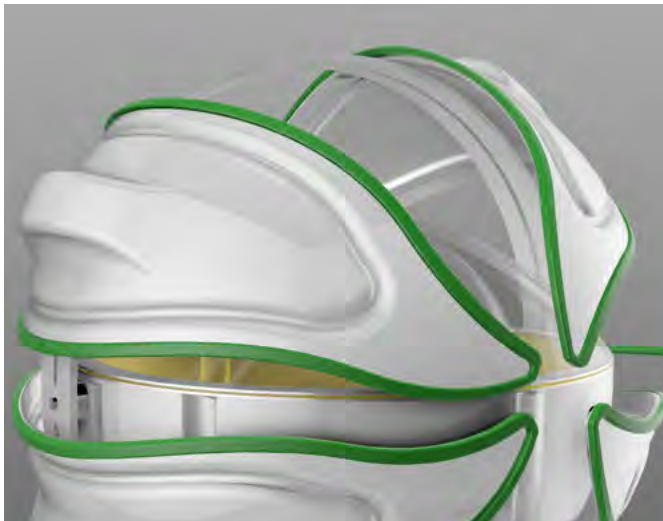
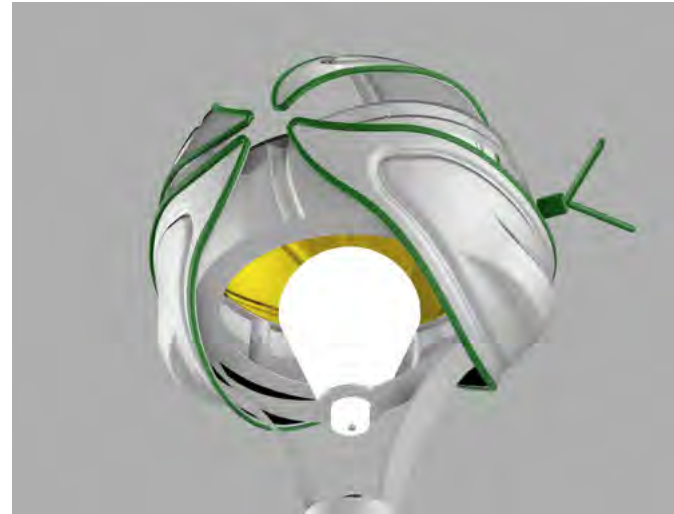
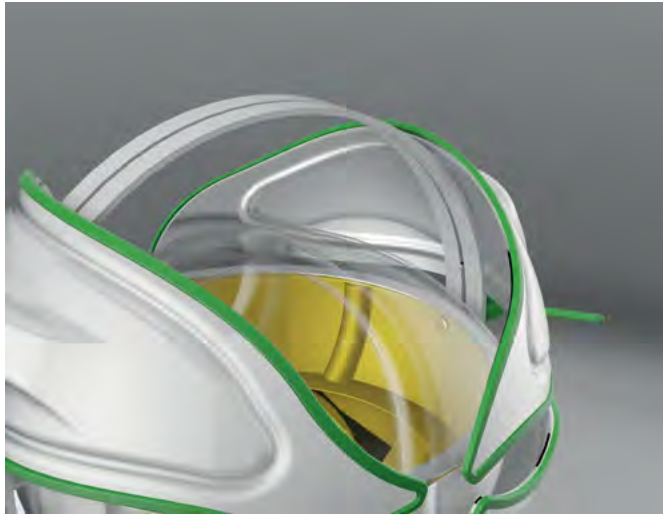
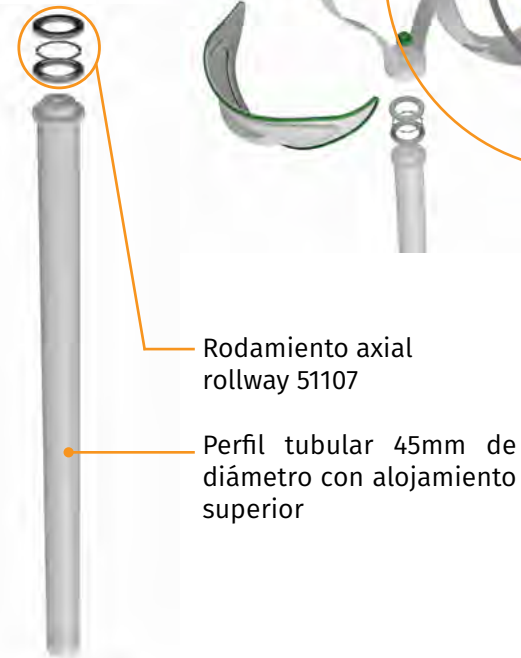
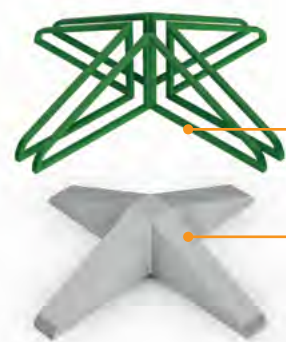


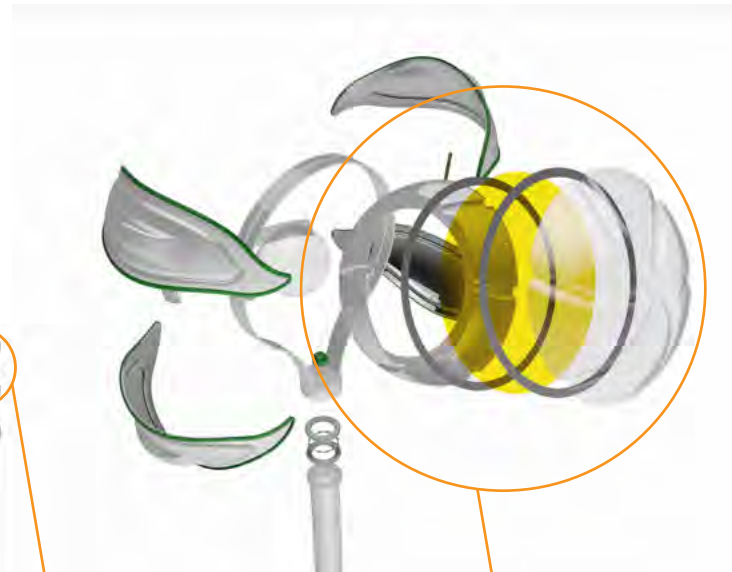
Imagen 158 a 161. Detalle Propuesta final. Fuente: El autor.

Partes y piezas



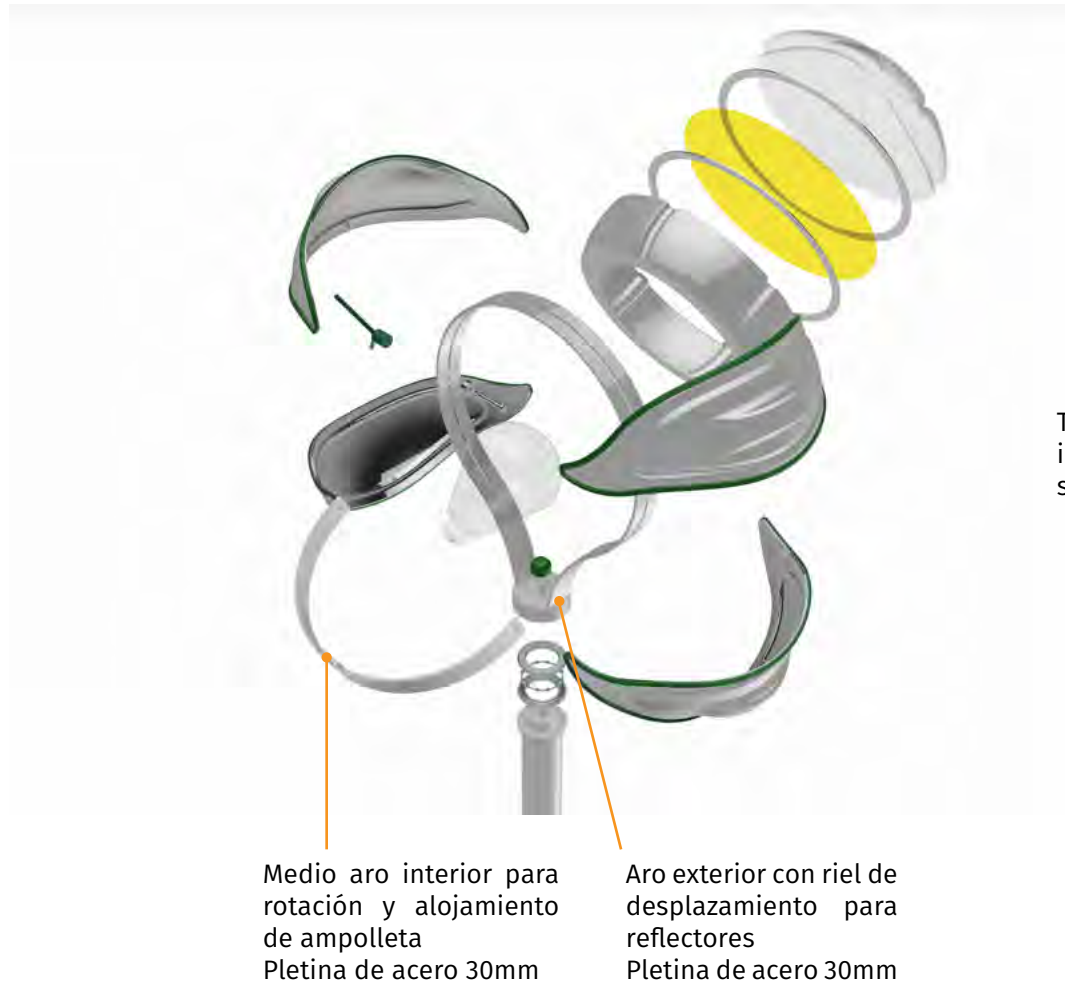
Goma antideslizante

Acero A34
Peso aprox. 7kg.



- Ópticas de Poliamidaimida (PAI)
- Nervaduras para resistencia y continuidad de la forma
- Anillos de aluminio para alojar filtro ámbar y unión de las piezas plásticas

Figura 52. Despiece propuesta final. Desarrollada por el autor. [Esquema].



Termoformado superior con mango para deslizamiento.

Goma para unión de piezas termoformadas y absorción de impacto ante caídas

Termoformado inferior, papel aluminio sobre PAI

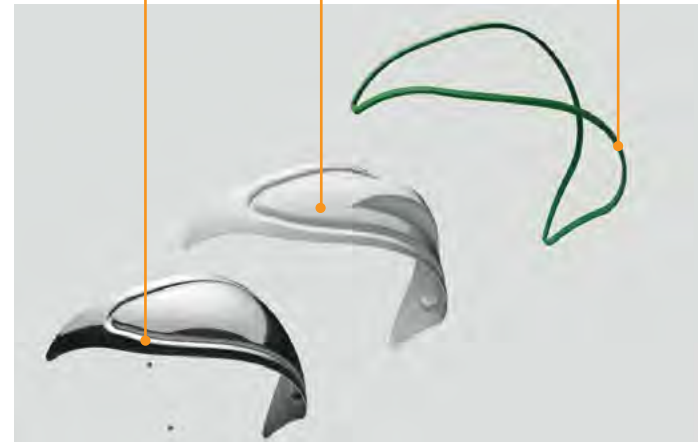
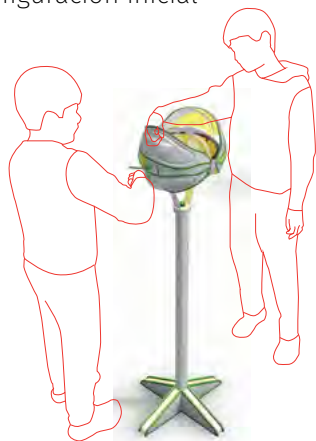


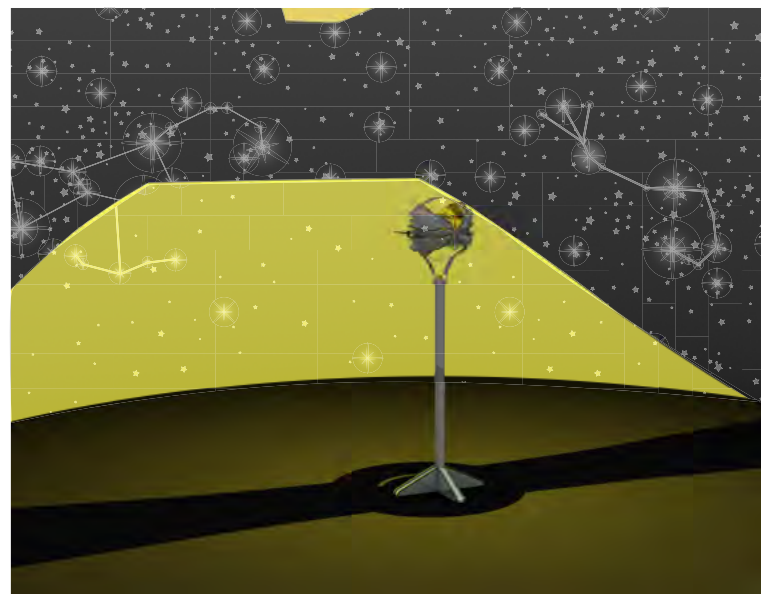
Figura 53. Despiece propuesta final 2. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Usabilidad

Configuración inicial



Transición colaborativa
El dispositivo se presenta en una primera instancia de la manera en que se muestra en la imagen de la izquierda. Mediante la manipulación colaborativa la consecuencia visible con la alteración de la luz, es la aparición de las estrellas..
Para una mejor visualización los movimientos de los participantes se muestran por separado.



Movimiento de ampollita

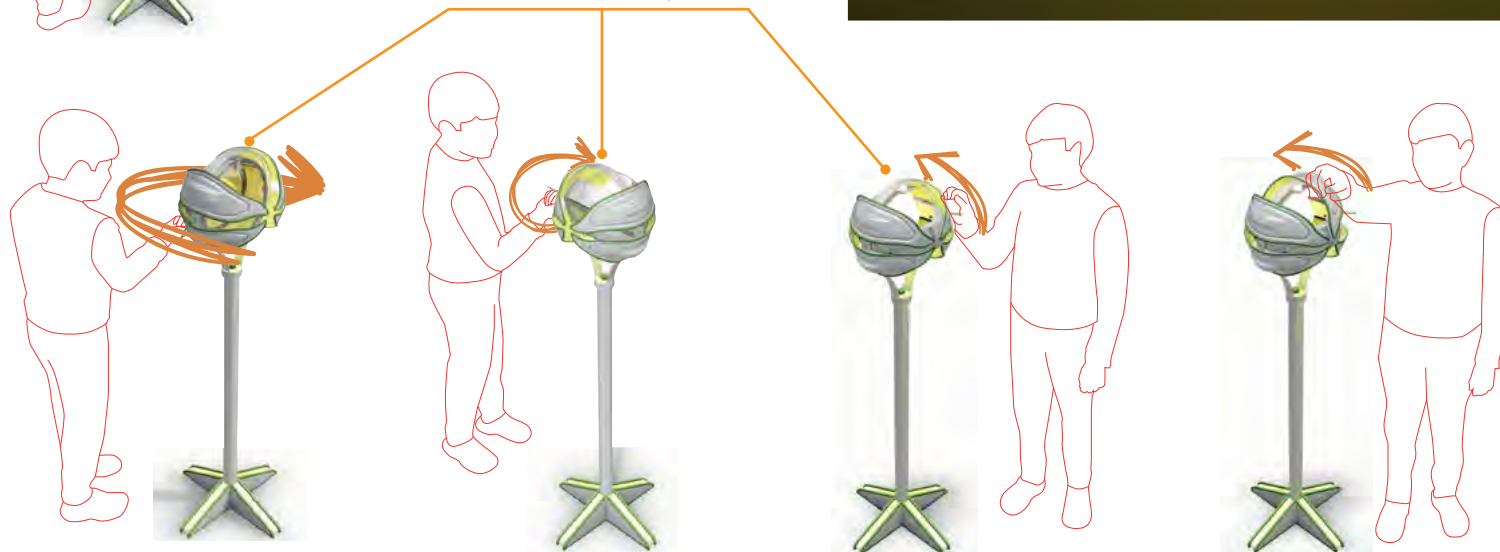


Figura 54. Modo de uso 1. Desarrollada por el autor. [Esquema].

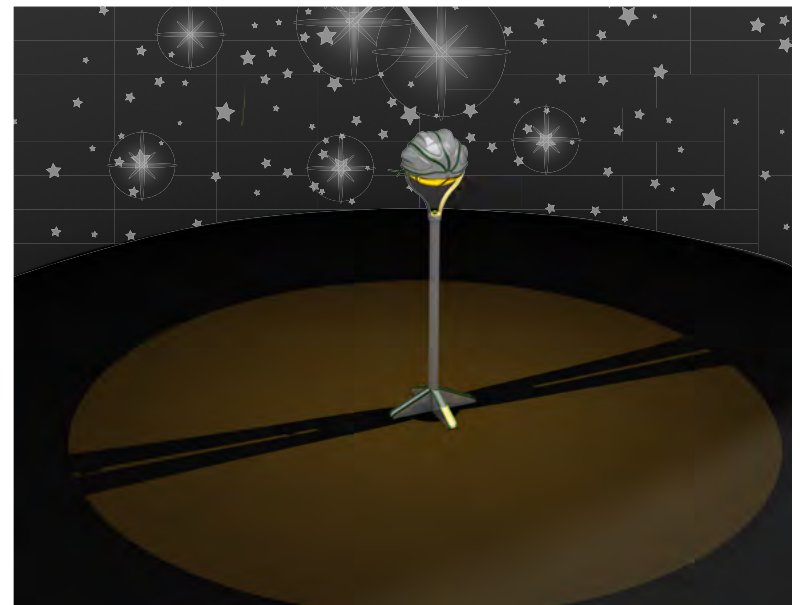
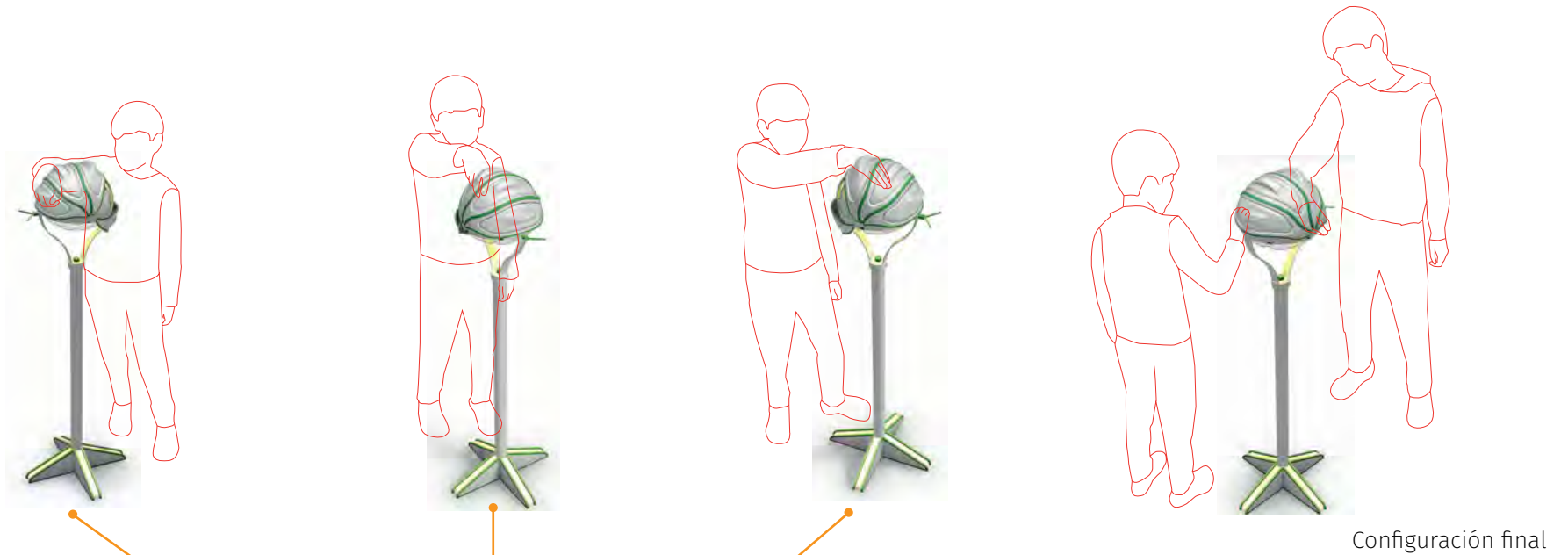


Figura 55. Modo de uso 2. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Fabricación

Corte-desbaste de moldes en madera mdf

Termoformado en PAI blanco y PC transparente

Despiece de reflector; superior mango, inferior aluminio

Cinta autoadhesiva de aluminio + perfil de goma en unión

Soldadura TIG y desbaste de cantos

Torneado en acero macizo

Taza para rodamiento

El tornillo se fija desde el interior del perfil tubular antes de soldarlo a la base

The manufacturing process is shown in ten sequential images. The first row shows the preparation of wooden molds, thermoforming of plastic, and assembly of the reflector parts with adhesive tape. The second row shows the welding of metal tubes, turning of a metal cup, and the final assembly of the bearing cup with a screw. Orange lines connect the text labels to the corresponding steps in the images.

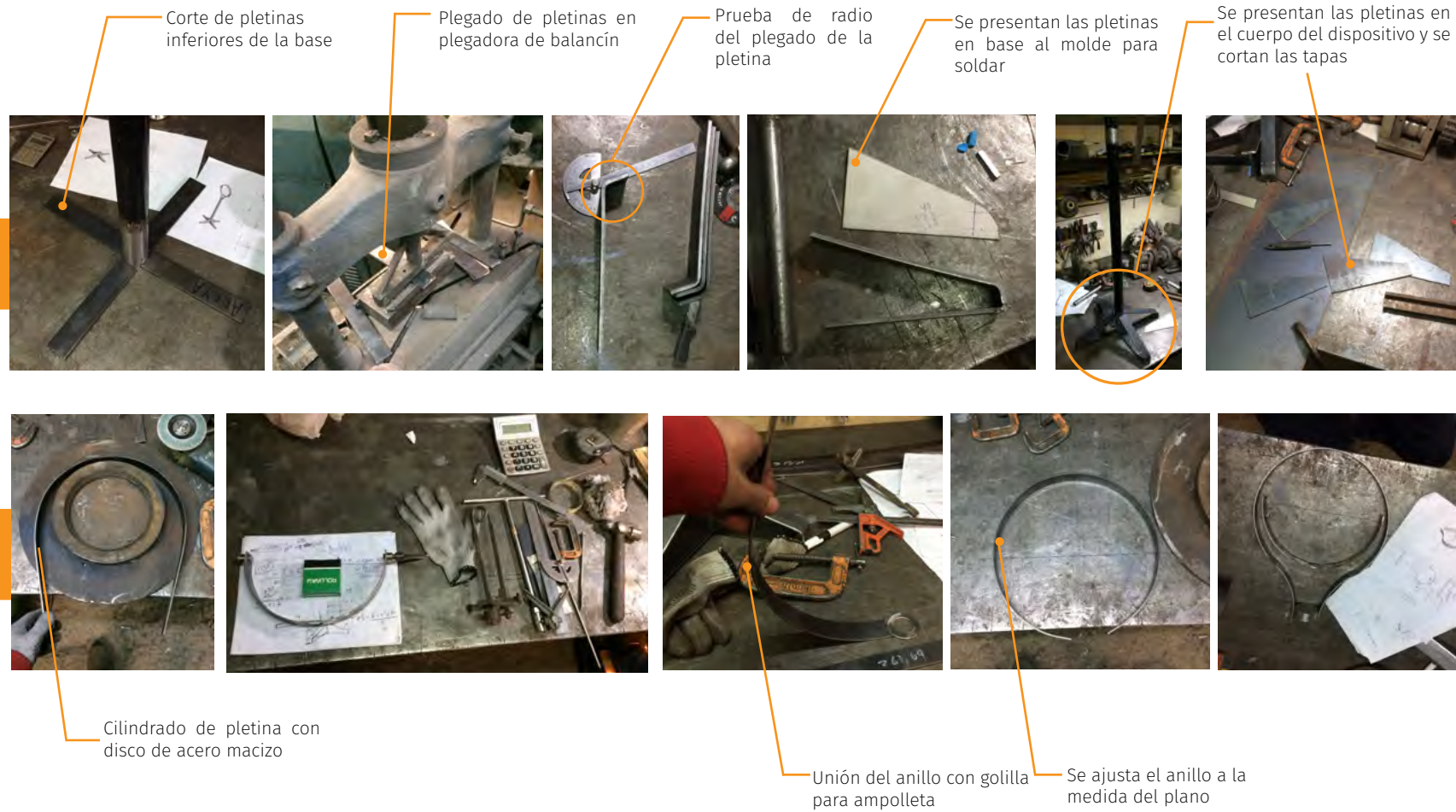


Figura 56. Fabricación. Desarrollada por el autor. [Esquema].

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA



Se presentan los anillos con el eje de rotación y se corta el riel en la pletina con disco de 3mm de espesor



Una vez fabricada la estructura metálica se unen las piezas plásticas.

Figura 57. Fabricación prototipo.. Desarrollada por el autor. [Esquema].



Posición inicial



Posición final

Imagen 164 y 165. Prototipo funcional. Fuente: El autor.

Validación

Para validar el dispositivo, se adapta el mapa de viaje de la experiencia junto con la educadora de párvulos de la Universidad Católica Silva Henríquez Fernanda Molina, a una actividad más corta para utilizarlo fuera del contexto. La validación se realiza en el Colegio Raíces Altazor de la comuna de La Florida. El objeto de la actividad es testear la manipulación de los niños con el dispositivo y se desarrolla en 3 partes de la siguiente manera:

La primera parte corresponde a un conversatorio en donde se rescata el conocimiento previo de los participantes a cerca del tema de la actividad, junto con la lectura de un texto a cerca de las características que hacen al norte de Chile como el mejor sitio del mundo para realizar observación astronómica y ver las estrellas. Se indica que existe un factor perjudicial que depende de los seres humanos y se explica el fenómeno de la contaminación lumínica.

En la segunda etapa se invita a los participantes a través de la interacción a proteger la luz del dispositivo y descubrir cuales son las características de una luminaria para configurarla de tal manera de dirigir la luz estrictamente hacia el suelo. Con respecto al manejo de la oscuridad, la actividad se realiza durante la mañana donde hay menos luz solar y cubriendo las ventanas con telas negras.

Luego de la interacción los niños completan una ficha con un diferencial semántico comparativo de conceptos bipolarizados en base a los requerimientos de la actividad.

Es importante señalar que la validación se realiza con el prototipo funcional, ya que el proceso estético de terminaciones de color queda pendiente para una segunda etapa de registro de uso.

Actividad Testeo de Prototipo

En el marco de la elaboración del proyecto “Abriendo el cielo a través de la luz, una experiencia lúdica interactiva sobre la contaminación lumínica” de la escuela de diseño de la Universidad de Chile para el programa Explora Conicyt solicito a usted que pueda colaborar en el proceso de validación de un prototipo de luminaria diseñada para una actividad interactiva con niños y niñas de 9 a 12 años, como monitorea de la actividad.

OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD: OBSERVACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS NIÑOS CON EL PROTOTIPO PARA REDEFINIR PARTES, PIEZAS E INTERACCIÓN.

El objetivo de esta validación es el **entendimiento de los parámetros que provocan la contaminación lumínica como fenómeno medioambiental que afecta la observación de un cielo oscuro como el patrimonio de los cielos del Norte de Chile**. Esto último con la manipulación colaborativa del prototipo de una luminaria por parte de los niños mediante la explicación de las reglas de una actividad lúdica que consiste en PROTEGER la iluminación artificial y dirigirla hacia el suelo y no hacia arriba. Esta actividad necesita de 16 niños, 4 por nivel de cuarto a séptimo básico.

Para validar este prototipo es necesaria la interacción de a 2 niños con la luminaria. Un niño se hace cargo de elementos que modifican la dirección de la luz (Reflectores blancos), mientras el otro se hace cargo de la orientación de la ampollita (Manilla giratoria), siendo las secuencias las siguientes:

1) Una explicación de la actividad hacia 4 niños de un nivel (Para los 4 niños)

“El norte de Chile, específicamente en las regiones de Atacama, Antofagasta y Coquimbo es considerado el mejor sitio del planeta para observar las estrellas y desarrollar la astronomía, considerado el Norte de Chile como la «capital mundial de la astronomía». Los requisitos para tener una buena observación astronómica (observar más estrellas) dependen casi por completo del cielo, de cuán despejado y con buenas condiciones climatológicas se presente en la noche, condiciones que en el Norte de Chile son las mejores.

Sin embargo, existe un factor adicional que no depende de las condiciones naturales sino más bien de nosotros los seres humanos; LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

2) Ahora, veremos si ustedes pueden descubrir cuáles son las características ideales de las luminarias para PROTEGER la luz artificial y no provocar contaminación lumínica a través de la interacción con el dispositivo”

Imagen 166. Parte 1 Guía actividad de validación. Fuente: El autor.

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA

- a) Siempre deben ubicarse uno frente a otro con la luminaria entremedio (la idea es que vayan girando la luminaria)
- b) Deben encontrar primero la posición de la ampollita a través de la manilla giratoria (a los niños más grandes no se explica esto, el juego es más libre)
- c) Una vez crean que encuentren la posición de la ampollita, deben manipular los reflectores, sacándolos y poniéndolos donde crean deben ubicarse para reflejar la luz hacia el suelo, Estas piezas pueden montarse una sobre otra, depende de ustedes. Recuerden, siempre ubicándose uno frente a otro.
- d) Cuando crean que encontraron la configuración óptima de la luminaria, deben avisar que ya lo hicieron.
- e) La manipulación de los objetos de la luminaria debe ser LENTA, ya que es un prototipo frágil y con esta actividad ustedes nos ayudarán a terminar de diseñarlo." Pasan a manipular el prototipo.

3) Dar a conocer sus apreciaciones de la actividad realizada.

"Muy bien!, ¡ahora pasen a llenar la ficha que los espera en la mesa, muchas gracias

Ahora los 2 niños pasan a otro espacio de la sala a llenar una ficha para rescatar sus impresiones de la actividad.

Se repite la misma secuencia con los otros 2 niños.

Se repite la misma secuencia con los 3 niveles restantes

Secuencias 1 y 3 las realizan 4 niños de manera simultánea, mientras la secuencia 2 la realizan las parejas por separado. Para que la actividad se realice en óptimas condiciones es necesario un grado de oscuridad en alguna sala o dependencia del colegio que pueda ocuparse para este fin, esto puede potenciarse en alguna hora de la mañana donde aún no hay tanta luz solar. La duración de la actividad es de 20 minutos aprox. por nivel.

Imagen 167. Parte 2 y 3, guía actividad de validación. Fuente: El autor.

Gr.

Participación actividad sobre la Contaminación Lumínica

La actividad que acabas de realizar, forma parte de la prueba de un dispositivo de luminaria para una experiencia interactiva sobre la luz artificial. Nos sería de gran ayuda si puedes darnos tu apreciación de la experiencia.

Porfavor completa el siguiente cuadro marcando con una X sobre el número que se acerca a cada concepto según tú apreciación CON RESPECTO A LA LUMINARIA

Ejemplo: Si la luminaria me pareció muy fácil de usar marco el número 3 que está cercano a "fácil de usar". De lo contrario, marco un número cercano a "Difícil de usar".

Fácil de usar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Difícil de usar
---------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------

Fácil de usar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Difícil de usar
Me entretuve	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No me entretuve
La entendí	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No la entendí
Grande	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pequeño
Muy llamativo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Poco llamativo
Liviano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pesado
Simple	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Complejo
Protege la luz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Libera la luz

Imagen 168. Ficha de evaluación por parte del usuario. Fuente: El autor.

El universo de participantes para el proceso de validación corresponde a 16 niños, 4 por nivel de 4to a 7mo básico como se proyectó desde un inicio. Se realiza la actividad 4 veces, una por cada nivel.

El criterio de selección de los niños es el siguiente, siempre 2 hombres y 2 mujeres por nivel, la profesora pide voluntarios en cada sala pero se seleccionan de la siguiente manera:

4to básico Hoario de consejo de curso, se selecciona a los niños que no sobresalen con su rendimiento en muchas materias

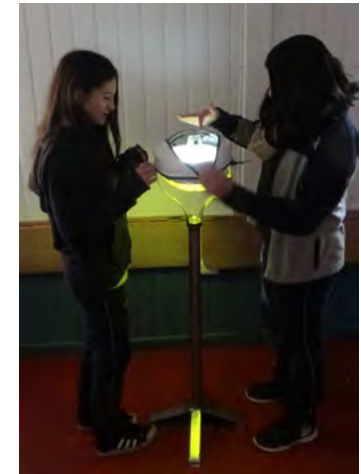
5to básico Horario de ed. física, se selecciona a los niños que no siempre son elegidos para actividades extraprogramáticas

6to básico Horario de lenguaje, se selecciona a 2 niños con mejor rendimiento y 2 niños con bajo rendimiento

7mo básico Horario de matemáticas, se selecciona los niños que tienen menor dificultad en esta materia



Imagen 169. Niños 7mo básico, etapa 1 actividad. Fuente: El autor.



Imágenes 170 y 171. Niños de 7mo básico interactuando con el dispositivo. Fuente: El autor.

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA



Imágenes 172 y 173. Niños de 6to básico interactuando con el dispositivo.
Fuente: El autor.



Imágenes 174 y 175. Niños de 5to básico interactuando con el dispositivo.
Fuente: El autor.



Imágenes 176 y 177. Niños de 4to básico interactuando con el dispositivo.
Fuente: El autor.



Imágenes 178 y 179. Niños de focus group interactuando con el dispositivo. Fuente: El autor.

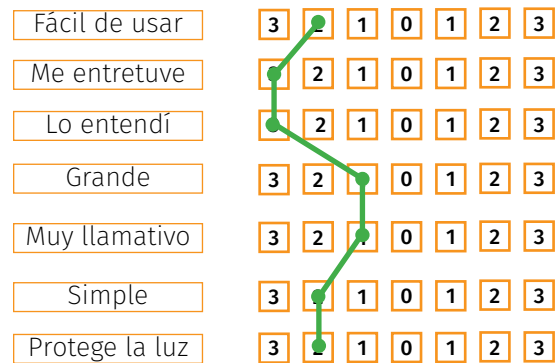
Promedio D.S. 4to básico



Promedio D.S. 5to básico



Promedio D.S. 6to básico



Promedio D.S. 7mo básico

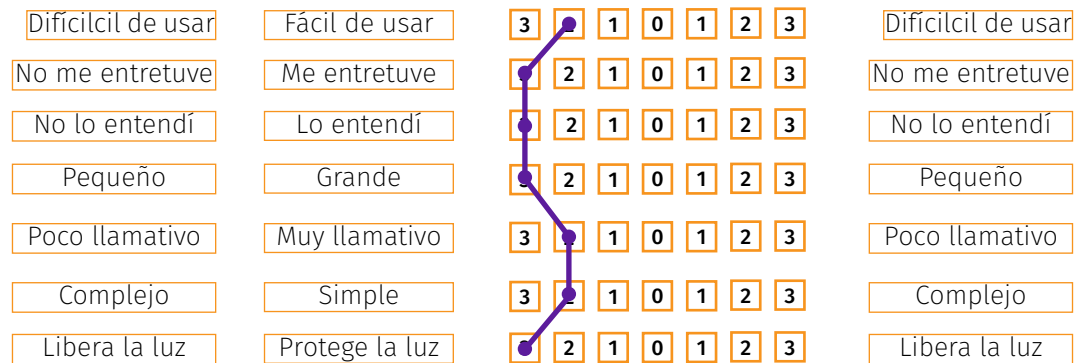


Figura 58. Diferencial semántico por niveles. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Promedio D.S. 4 niveles

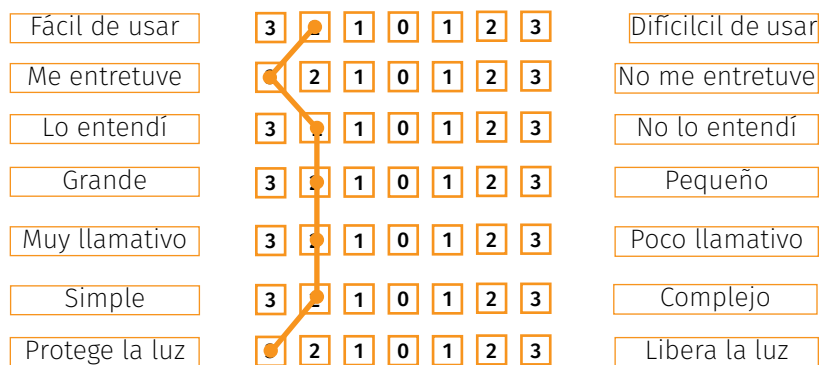


Figura 59. Diferencial semántico promedio niveles. Desarrollada por el autor. [Esquema].

Al analizar los gráficos del diferencial semántico, se observan resultados positivos con relación al uso del dispositivo. Como los conceptos responden a requerimientos para el diseño del dispositivo, se observa que existe total congruencia en los 4 niveles sobre los conceptos de facilidad de uso y entretenimiento en la interacción, por otro lado, se observa que existen diferencias con relación al entendimiento de la actividad, entre los cursos más pequeños (4to y 5to básico) y los mayores (6to y 7mo básico). Este aspecto se puede haber dado por la capacidad de abstraer las analogías de los parámetros (dirección y color) por parte de los participantes, pero puede potenciarse utilizando el dispositivo en el contexto de la experiencia completa, observando la consecuencia visible con la reaparición de las estrellas a través de la interacción.

Con relación a lo llamativo que puede resultar el dispositivo para los niños, como se trata de un prototipo funcional, los resultados varían con la inclusión del color y materialidad, aun así, dentro de los comentarios rescatados en el conversatorio posterior a la actividad, los niños señalaron antes de que se encendiera la luz:

“Parece un casco de astronauta”

“Es como una nave espacial”

Aludiendo a los conceptos de protección de la luz y lo moderno-espacial de la estética del producto.

La elección de las parejas para la interacción con el dispositivo las hicieron los mismos niños. Estos, mayoritariamente escogieron una pareja de su mismo sexo y no se impusieron reglas en este sentido para no condicionar la disposición de los participantes antes de llevar a cabo la actividad. Con respecto al concepto de inclusividad, ningún niño presentó problemas para interactuar con el dispositivo, en términos de tamaño, altura, escala de los objetos y movimientos de interacción. Los hombres lograron cumplir con el objetivo del juego en un menor tiempo que las parejas de mujeres, ya que se daban indicaciones más directas entre ellos del tipo “Eso no va así”, mientras que las mujeres se tomaban más tiempo en argumentar el porqué de las posiciones de los elementos.

La última pregunta que tiene relación con la luz, se define como validación de concepto y se obtienen resultados positivos que sustentan el entendimiento general del dispositivo por parte del usuario.

Conclusión y proyecciones

El diseñador industrial como el desarrollador de artefactos de la cultura material. Durante el siglo XX, cuando se comenzaban a formular las bases del diseño industrial, uno de los paradigmas más importantes era el concepto de la modernidad, donde la búsqueda del bienestar de las personas invitaba a hacer visible la innovación, proponiendo hacer visible lo que sucede, es decir, la construcción de una cultura visual. Otro concepto que aparecía como fundamental, es el de la funcionalidad. En primer lugar, los objetos industriales debían funcionar bien ante todo y en un segundo lugar, debían también significar su función, con el fin de facilitar su relación con el usuario, la interfaz, pero todo depende de cuál es la función de un objeto que se privilegia (Joselevich, 2005)

Cuando se habla de la labor de un diseñador industrial, se piensa en que desarrollan productos y servicios orientados a satisfacer necesidades de consumo masivo. Un ejemplo de que esta concepción ha variado, es el Sistema Producto-Servicio (SPS), que aparece como un fuerte método para aplicar sostenibilidad y ecoeficiencia en los procesos y sistemas de consumo ya que es el resultado de una estrategia de innovación, es un cambio de enfoque del negocio de diseño basado en la asociatividad, donde ya no se piensa en vender productos físicos únicamente, sino que, se pasa a una estrategia de venta en donde el producto físico está inmerso también en un servicio, que de manera conjunta son capaces de cumplir con las demandas específicas de los clientes.

Otro ejemplo de que hoy en día la concepción sobre la labor de un diseñador industrial ha variado y sin ir más lejos, es la nueva malla curricular de la carrera de diseño en la FAU, que propone desaparecer la estricta barrera entre lo comunicacional y lo objetual, proyectando la formación de un diseñador que no se limite a un solo campo de

aplicación. Tomando en cuenta estos antecedentes es que creo se hace necesaria la tarea para el diseñador industrial de salir a investigar en diversos campos para encontrar oportunidades de diseño fuera de la producción y fabricación de productos de consumo masivo.

Por lo tanto, es importante reconocer que el presente proyecto, se sustenta en como el autor como diseñador presta sus servicios para el diseño de una actividad específica y sus elementos, enmarcada en un contexto definido por el cliente (Programa Explora), en este caso, con recursos del estado. Poniendo énfasis en la especificidad del servicio como una solución innovadora junto con la asociatividad en los procesos de fabricación en menor escala de los productos.

Como primer paso hacia una relación de asociatividad para este proyecto, fue necesaria la disposición de los talleres para el desarrollo de un nuevo producto antes de pasar directamente a la fabricación final, ya que se requiere de tiempo, análisis, pruebas con prototipos y definición de materiales de trabajo y maquinaria para llevar a cabo este proceso de diseño. Por la razón anteriormente expuesta, el trabajo con metales se realizó en el taller **CBG Metalúrgica**, que prestó sus instalaciones para este proyecto.

DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA

Con relación al objetivo del proyecto que dice sobre:

Proponer una experiencia lúdica interactiva de educación no formal al programa Explora, para concientizar a niños sobre el impacto de la contaminación lumínica en la observación de un cielo oscuro como los del Norte de Chile.

Se logra proyectar una experiencia sustentada en el análisis realizado en el marco teórico y se presenta al director del programa Par Explora Coquimbo, Sergio Gonzalez. El indica que para la realización de una actividad de esta magnitud, deben pedir fondos adicionales ya que responde a una temática que forma parte de los lineamientos centrales de Explora, pero que de todas formas es completamente realizable, ya que según sus palabras, supera las expectativas en cuanto a la profundidad de desarrollo de la actividad y estado de avance, y que puede funcionar muy bien para el día de la astronomía en 2018. El conducto regular, es la postulación de la actividad hacia el programa bajo el eje de divulgación, que se realizará en los próximos meses cuando se abran nuevamente las inscripciones.

Con relación al objetivo de diseño que dice sobre:

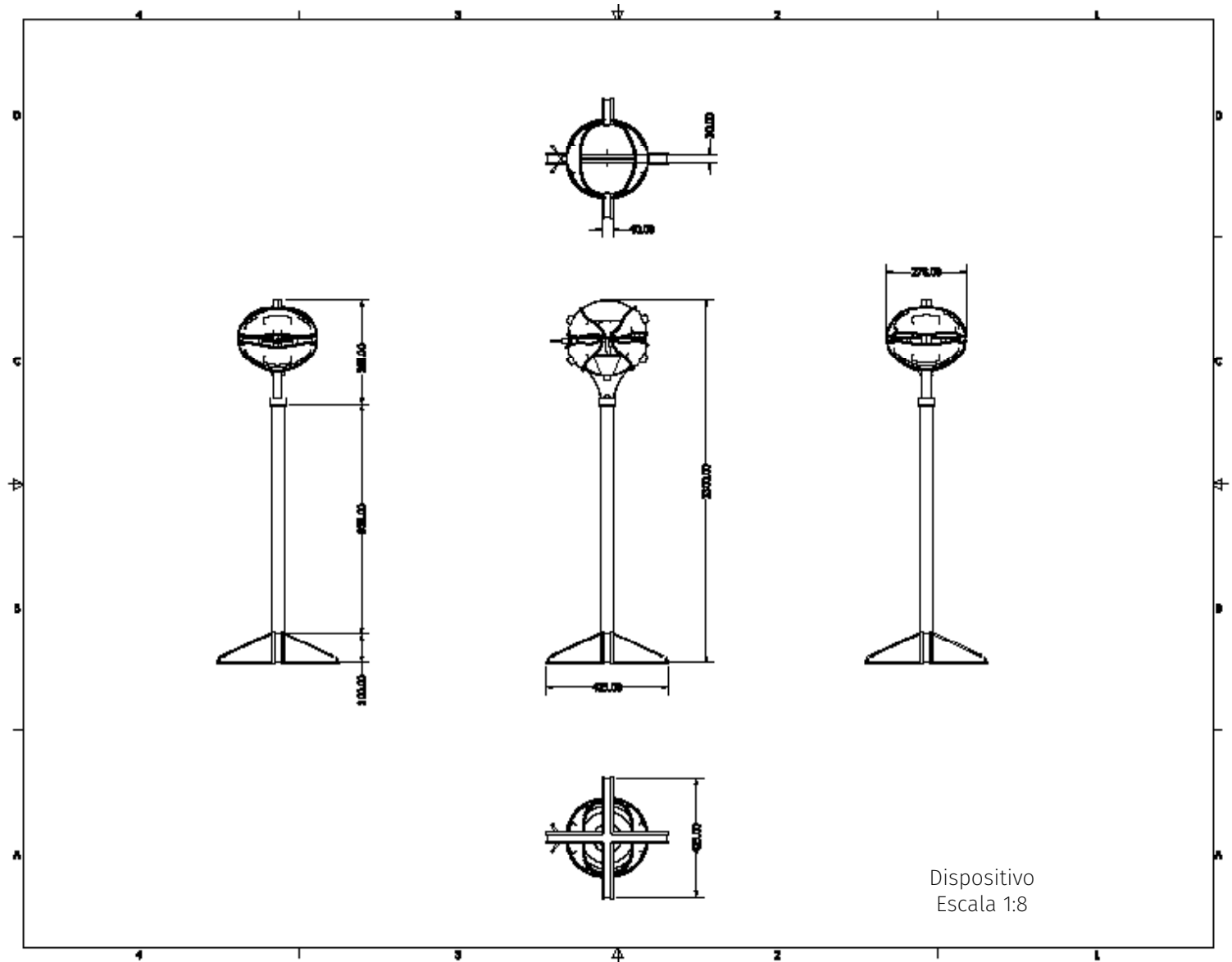
- Diseñar una experiencia lúdica-interactiva sobre la iluminación artificial que provoca contaminación lumínica y afecta la observación de un cielo oscuro como los del Norte de Chile

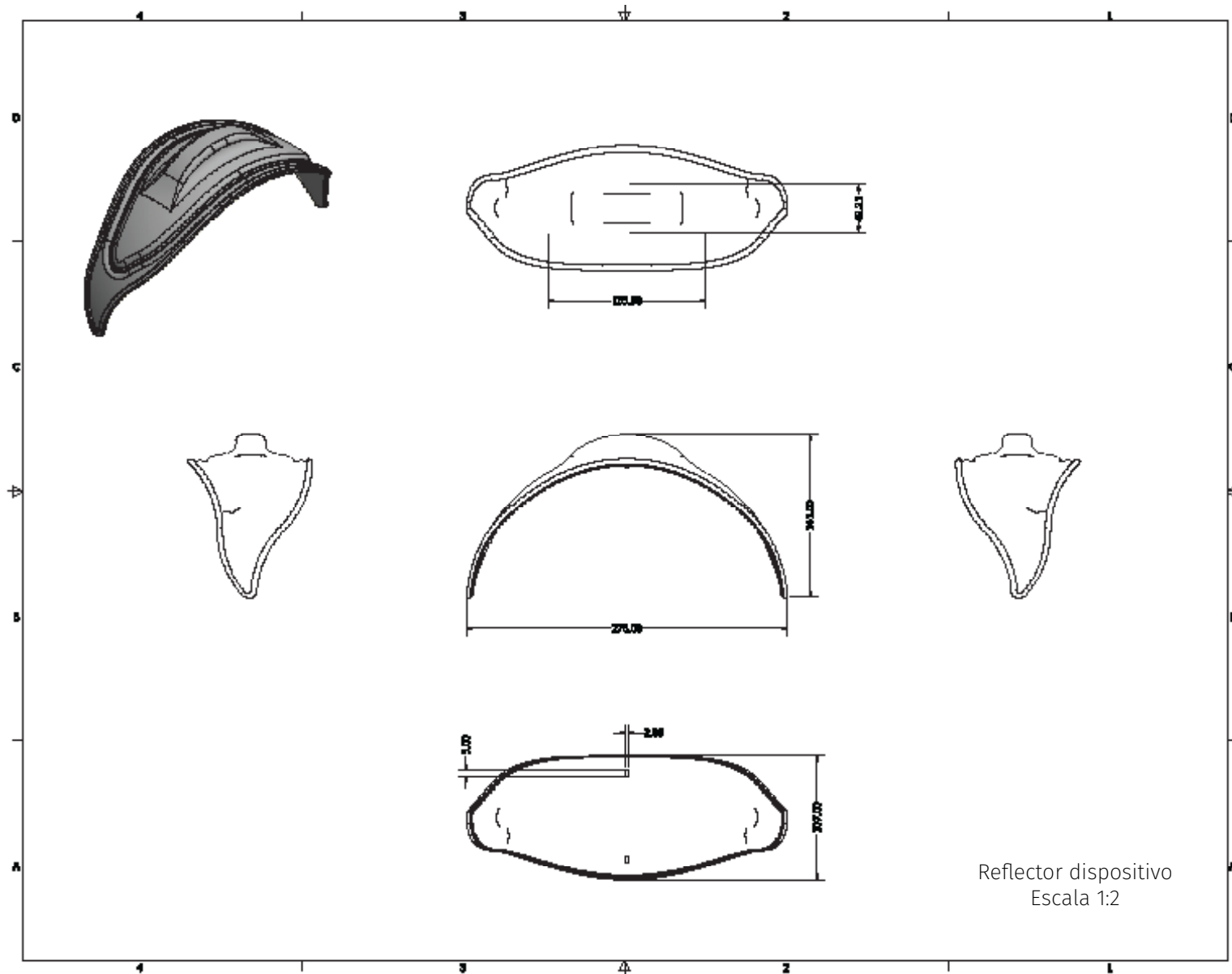
Se cumple con el objetivo de diseño de la experiencia sobre la contaminación lumínica y se sustenta con la validación en el uso del prototipo del dispositivo clave; la luminaria de transición colaborativa. Se proyecta el mismo planteamiento de diseño para el desarrollo de los otros elementos de la experiencia

Como se trata de un proyecto de educación no formal para el programa Explora, los indicadores que se utilizan para asegurar los resultados de entendimiento de los contenidos en este caso en el eje de divulgación, tienen relación con presentar certificados de distribución y certificación sobre la realización del proyecto en los distintos establecimientos, proceso que puede llevarse a cabo con la implementación de la actividad y se complementa con una conversación grupal post-actividad, donde los niños señalan como lluvia de ideas, las características de una luminaria para que sea óptima en el control de la c.l., indicando el color de la luz y la dirección de esta, proyectando un mejor entendimiento en el uso del dispositivo dentro del contexto, ya que a las distintas configuraciones de la luminaria crean consecuencias visibles en el entorno estrellado.

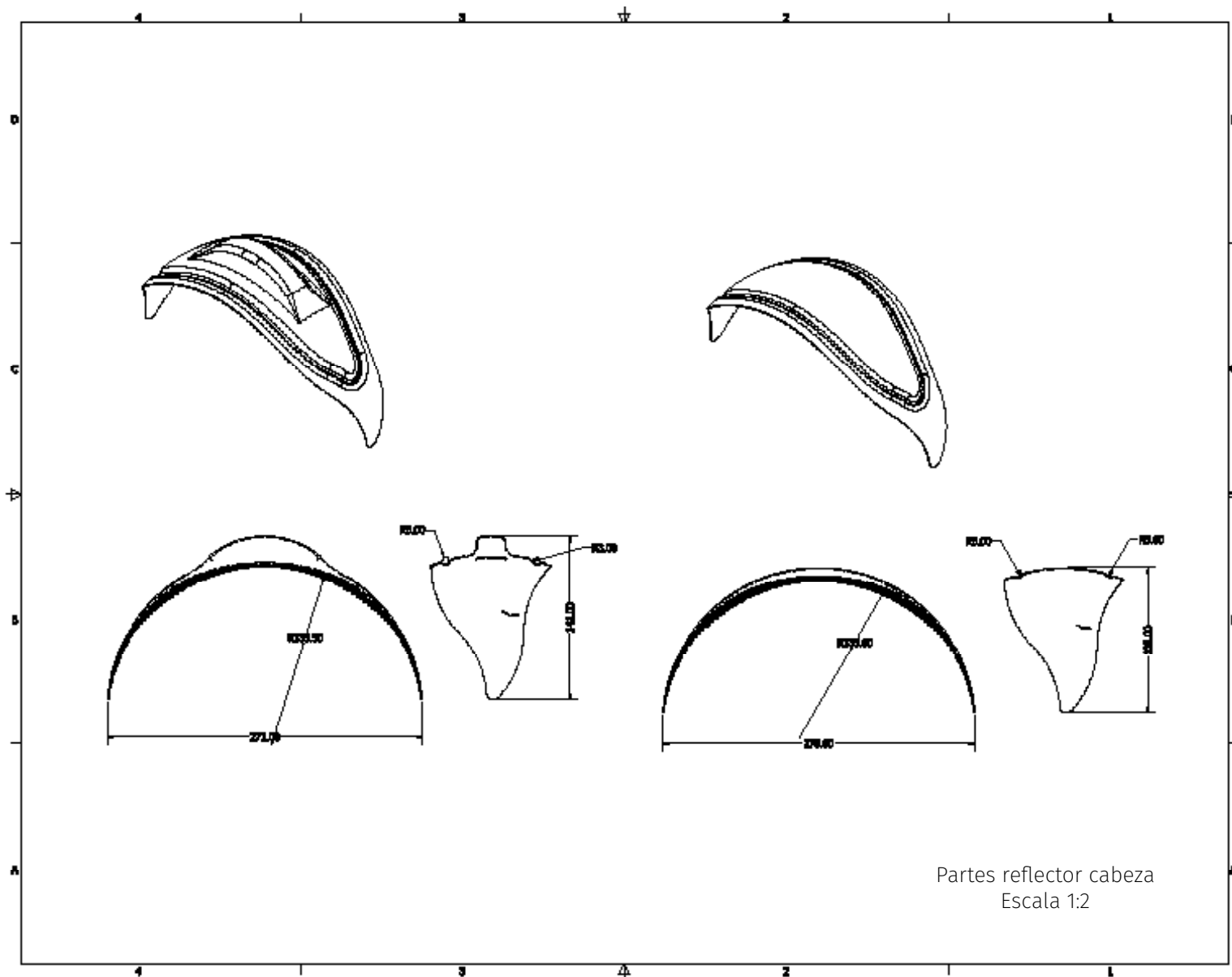
Otra proyección de este trabajo, es el diseño de los módulos que permitan entender a cabalidad los efectos de la contaminación lumínica en el medio ambiente y que tienen relación con; 1) La salud humana y 2) La biodiversidad nocturna. Este trabajo permitirá un antecedente válido para el desarrollo de muestras de divulgación con relación a otros temas científicos o medioambientales donde el diseñador industrial forma parte del equipo de trabajo.

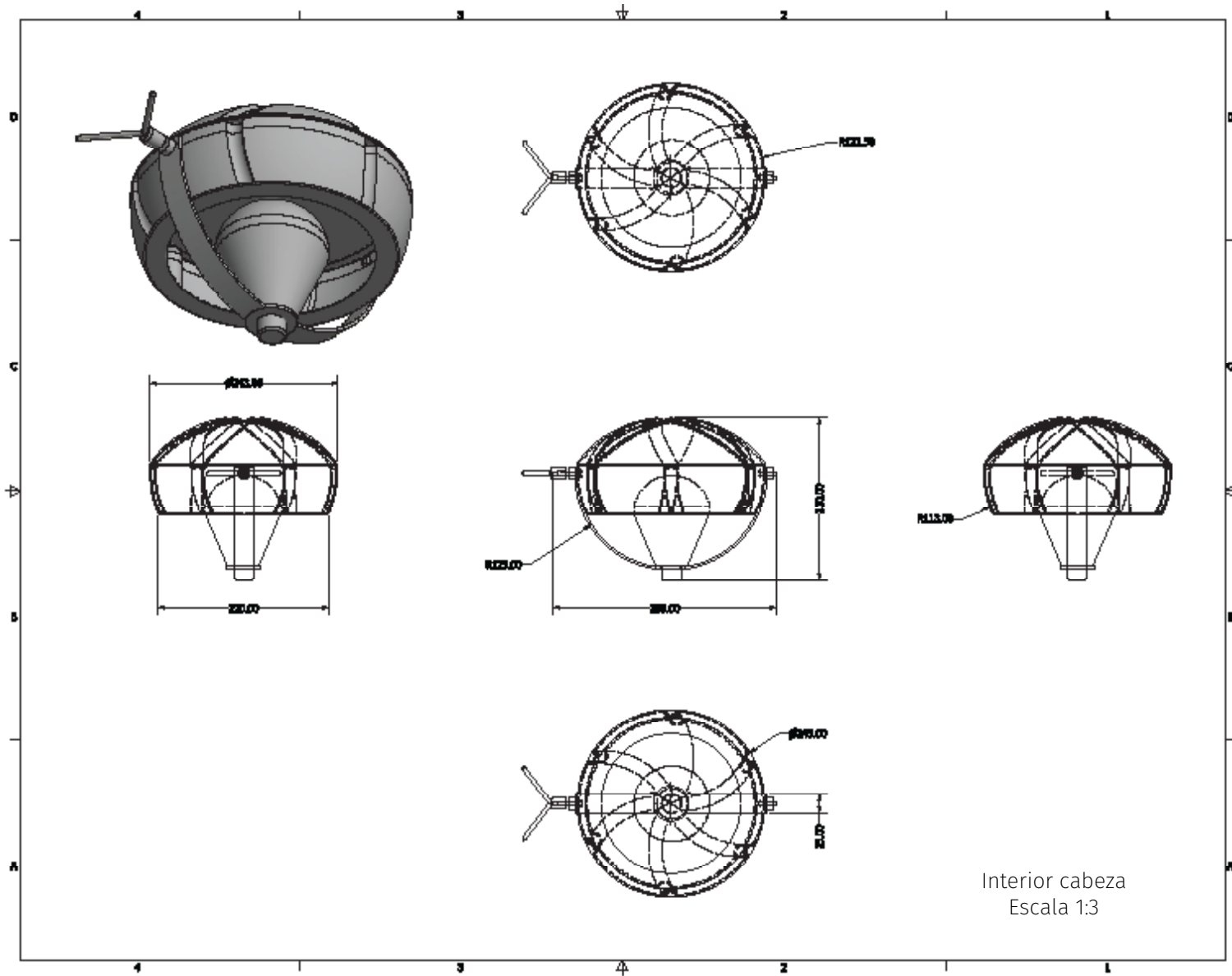
Planimetrías



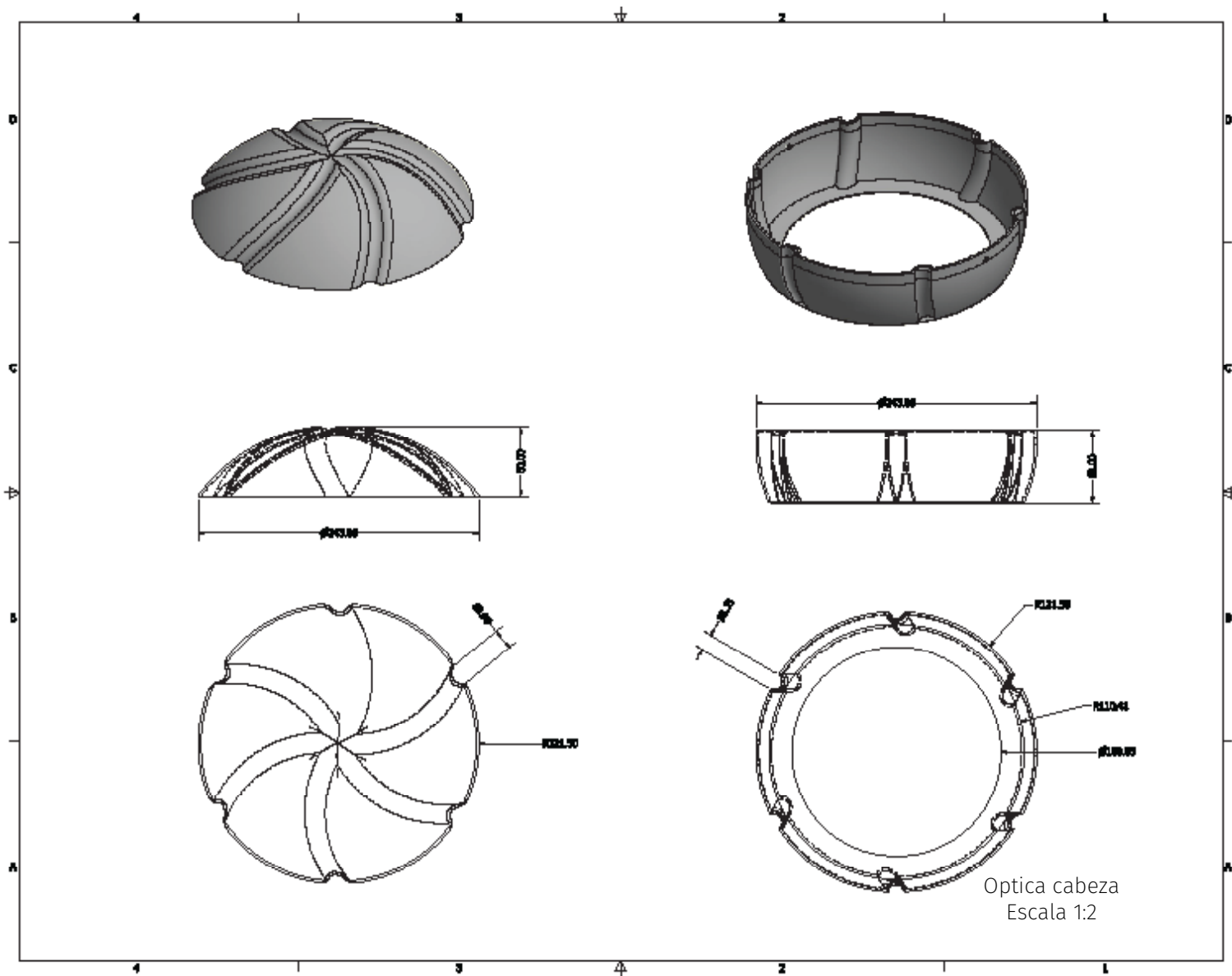


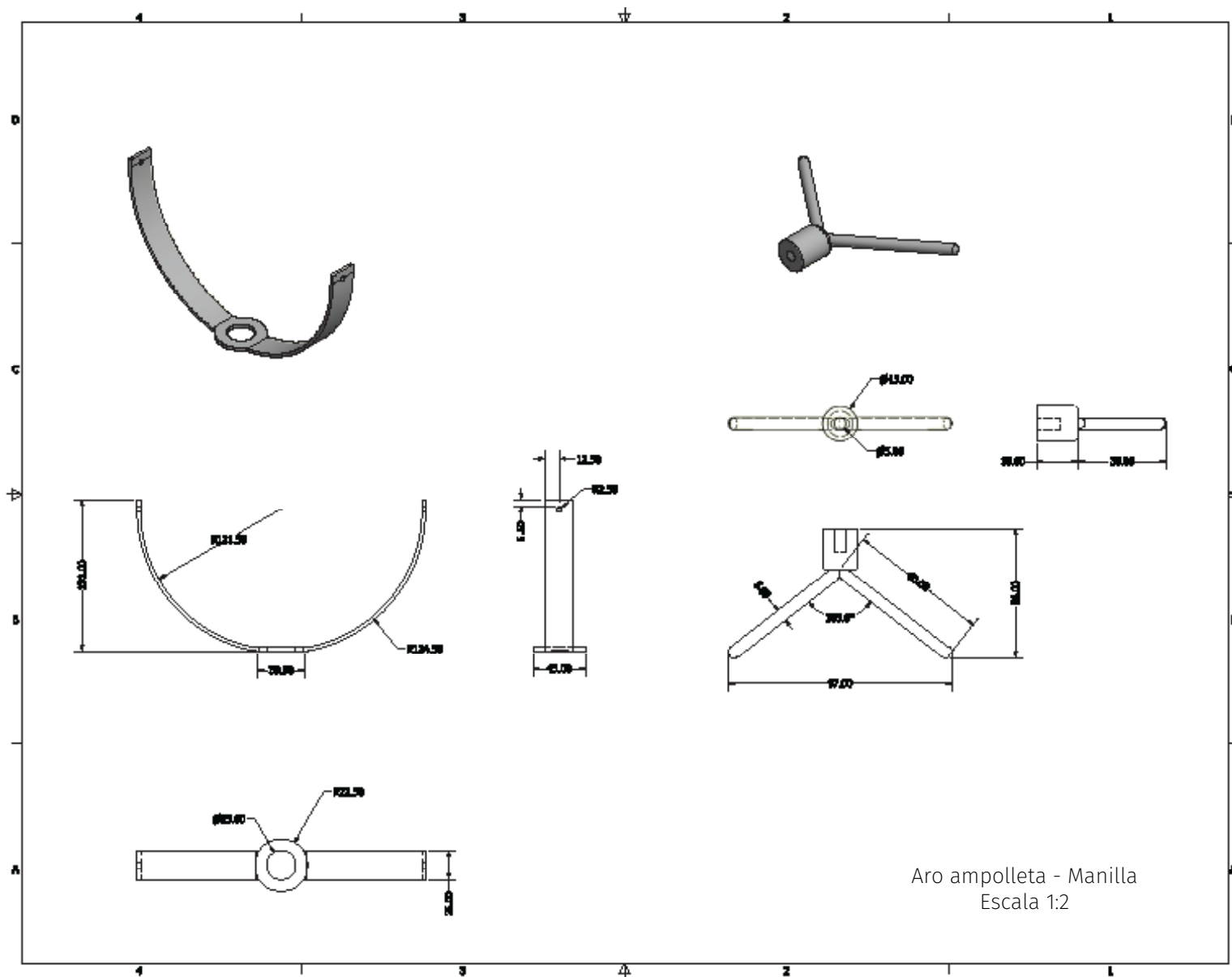
DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA





DISPOSITIVO PARA UNA EXPERIENCIA LÚDICO-INTERACTIVA





Aro ampolleta - Manilla
Escala 1:2

Referencias bibliográficas

Hamuy, M (2015). Chile tendrá el 70% de la capacidad de observación astronómica mundial. 24horas.cl. Recuperado desde <http://goo.gl/zTGJ2N>.

Smith, Malcom (2011) Protection of Northern Chile as an ICOMOS/IAU "Window to the Universe". Recuperado desde <https://goo.gl/9BuJW4>

Conama. (2012). Cielos para la Observación Astronómica. Recuperado desde <https://goo.gl/uvntZo>.

Educarchile (2016). Chile, ventana al universo. Recuperado desde <https://goo.gl/dB6HcG>.

Starlight. (2007). Declaración sobre la defensa del cielo nocturno y el derecho a la luz de las estrellas. Recuperado desde <https://goo.gl/wpAFGi>.

Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Decreto 43, Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica. Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile. Recuperado desde <https://goo.gl/di9reE>.

Academia Chilena de Ciencias. (2005). Astronomía. Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005 (pp. 239–259).

Wainscoat, Richard (2011). The magnificent night sky - Why it must be protected from light pollution. Recuperado desde <https://goo.gl/EZjpRv>.

Proyecto Astroturismo Chile. (2016). Hoja de ruta para el astroturismo en Chile 2016 - 2025.

Proyecto Astroturismo Chile. (2016). Hoja de ruta para el astroturismo en Chile 2016 - 2025. Estudio sobre la demanda astroturística en Chile, p 236.

Proyecto Astroturismo Chile. (2016). Hoja de ruta para el astroturismo en Chile 2016 - 2025. Estudio sobre oferta internacional de astroturismo, p 176.

Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C. C. M., Elvidge, C. D., Baugh, K., Furgoni, R. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness. Recuperado desde <https://goo.gl/fjJoMP>.

Cinzano, P., Falchi, P F., Elvidge, C D. (2001). The first World Atlas of the artificial night sky brightness. Recuperado desde <https://goo.gl/rr1nLC>.

Sirlin, E. (n.d.). Cátedra diseño de iluminación - Física de la luz. In Universidad de Buenos Aires Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (pp. 1–14). Recuperado desde <https://goo.gl/TbF7Gr>.

Sernatur, S. nacional de turismo. (n.d.). Ruta de las Estrellas. Recuperado desde <https://goo.gl/TmQezc>.

Sernatur, S. nacional de turismo. (2012). Catastro atractivos turísticos Coquimbo, p. 309. Recuperado desde <https://goo.gl/C211rf>.

Conama. (1999). Manual de aplicación Norma de emisión para regulación de la contaminación lumínica. Recuperado desde <https://goo.gl/idxfGB>.

OTPC, OPCC.-O. (2010) de protección de la calidad del cielo de C. y C. (n.d.). GUÍA PRÁCTICA DE ILUMINACIÓN DE EXTERIORES: Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica. Recuperado desde <https://goo.gl/ZmzH5p>.

Wainscoat, Richard (2011). The magnificent night sky - Why it must be protected from light pollution. International Astronomical Union 2011. Recuperado desde <https://goo.gl/1FHN8Q>.

Conicyt. (n.d.). Día de la astronomía. Recuperado desde <http://diadeastronomia.cl/>

Valdebenito, I. (2016). Entrevista a Coordinador de norma para la contaminación lumínica en Santiago. (Entrevistador Araya, D)

Kant, I. (1803). Pedagogía. Akal, Madrid, p. 114.

Mariano Martín Gordillo. (2006). Conocer, manejar, valorar, participar: los fines de una educación para la ciudadanía.

Observatory, G., & Serena, L. (2007). Implementing an education and outreach, p.(5), 63–67.

Coria, J., & Sterner, T. (2010). Tradable Permits in Developing Countries : Evidence From Air Pollution in Chile. Recuperado desde <https://goo.gl/LJ9wkw>

Sernatur, S. nacional de turismo. (n.d.). Ruta de las Estrellas. Recuperado desde <https://goo.gl/TmQezc>.

Ulrich, K., & Eppinger, S. (2013). Diseño y Desarrollo de Productos. Mexico: The McGraw-Hill Companies.

Norman, D. (2005). Diseño Emocional. Barcelona: Paidós Iberica.

Davis, M. D. (1971). Teoría del Juego. (F. E. Castillo, Trad.) Madrid: Alianza Editorial.

Huizinga, J. (2007). Homo ludens (7ma ed.). (E. Editores, Ed., & E. Imaz, Trad.) Madrid, España: Alianza Editorial.

Avila, R. (2007). Dimensiones antropométricas de la población latino americana. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Boada Ortíz, A. & Mont, O. (2005). Desmaterialización. Sistema producto-servicio, una estrategia diferente de negocios. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

Manzini, E. (2004). Solution oriented partnership. Reino Unido. European Commission Growth Programme.

Joselevich, E. (2005). Diseño postindustrial: teoría y práctica de la innovación. Editorial: Infinito.

Anexos

El siguiente anexo corresponde al trabajo publicado en el congreso de iluminación Luxamérica 2016, en el capítulo 1 de las memorias del congreso; Preservación del medio ambiente, página 79; “Abriendo el cielo a través del diseño, una muestra para su valoración” llevado a cabo en la ciudad de la Serena, en Noviembre de 2016.

Fuente: <https://goo.gl/DFQzww>

Abriendo el cielo a través del diseño

Una muestra para su valoración

Diego Andrés Araya Antezana

Universidad de Chile, Chile, Carrera de diseño industrial. araya.diego@gmail.com

El propósito fundamental del desarrollo de este trabajo, se basa en una revisión de literatura e investigación de campo para determinar una oportunidad de intervención del diseño en la problemática de la contaminación lumínica, con el fin de desarrollar un proyecto de diseño en un contexto de tesis que contribuya a la protección de los cielos del norte de Chile;

La concientización, educación y sensibilización del patrimonio que poseemos en los cielos oscuros.

INTRODUCCIÓN

Chile concentra actualmente el 50% de la observación astronómica del mundo y para el 2020 será el 70 (Mario Hamuy, 2015).

Proteger los cielos oscuros del norte de Chile representa por tanto un recurso científico (Observación astronómica), económico (Astroturismo), cultural (Patrimonio de la humanidad) y ambiental (Contaminación lumínica). La sensibilización en torno a la necesidad de proteger los cielos de la contaminación lumínica es aún muy baja, sin que exista todavía conciencia masiva del valor de este recurso, esto incide en el uso inapropiado e ineficiente de la luz artificial por parte de las personas.

A raíz de esta investigación de tipo exploratoria, se ha detectado que si bien existen instancias de educación con relación a la contaminación lumínica, éstas están dirigidas especialmente a las personas que toman las decisiones respecto a las luminarias a instalarse en cada municipio, a su vez, existen instancias de difusión sobre astronomía y sus contenidos, pero no existen instancias de divulgación para la ciudadanía con respecto a la contaminación lumínica para la protección de los cielos oscuros. Esperar que las personas sean responsables con la utilización de la iluminación artificial y se preocupen por su impacto en el medio, es pecar de ilusos, ya que cuando existe una población que no tiene conocimiento a cerca de una problemática, no le atribuye el valor de lo que representa su cuidado, por lo que el trabajo de concientización es una tarea a largo plazo.

La astronomía, como una de las ciencias más atractivas para la ciudadanía (Academia Chilena de Ciencias, 2005), se

presenta como una oportunidad de canal y/o plataforma para generar conciencia de mayor impacto a cerca de lo perjudicial de la mala utilización de la iluminación artificial y contribuir a generar una cultura científica en las regiones cercanas a centros de observación astronómica, promoviendo la protección del patrimonio de los cielos oscuros del Norte de Chile a través de su valoración;

Antes de educar, debemos valorar, para proteger

Desde el diseño, el MIM (Museo Interactivo Mirador) ha desarrollado muestras centradas en la experimentación de diferentes campos, a través de la aplicación con el diseño de estrategias didácticas, con una proyección para el año 2017 de un edificio centrado en los conocimientos de la astronomía, a su vez, el planetario de Santiago tiene una plataforma de muestra y experimentación en la inmersión de los cielos a través de una visualización directa pero actualmente carece de una herramienta y/o instrumento para la valoración de los cielos oscuros del norte de Chile, que represente los efectos de la contaminación lumínica en la observación astronómica para la sensibilización con respecto a este patrimonio, aportando al sentimiento de identidad por parte de las personas de la región.

I. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL CUIDADO DE LOS CIELOS OSCUROS DEL NORTE DE CHILE?

Desde los observatorios ubicados en el norte de Chile se conoció la edad de la estrella más antigua, se encontró un sistema planetario similar a nuestro sistema solar, se descubrió que el universo está en expansión y que esa expansión además se está acelerando (Conama, 2012). Los cielos nocturnos del norte de Chile desde la década de los sesenta han sido el escenario de hallazgos relevantes en la ciencia de la astronomía, es por esto que se han construido varios observatorios como el del Cerro Tololo, Cerro La Silla, Las Campanas y Paranal, entre otros. De esta manera Chile es uno de los países del hemisferio sur que posee la mayor cantidad de centros astronómicos que, además, son los más importantes a nivel mundial, lo que representa un gran prestigio nacional e internacional a nivel científico. (Academia Chilena de Ciencias, 2005)

Proteger los cielos oscuros del Norte de Chile representa cuidar un recurso científico. El año 2012 nace la iniciativa desde la IAU (International Astronomical Union) y la ICOMOS (Organización consultora de sitios culturales) hacia la UNESCO (La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), de que el gobierno de Chile proponga los cielos oscuros de Chile como Patrimonio científico Mundial, es por eso que los 3 lugares propuestos como “Ventanas al Universo” son Mauna Kea – Hawaii, Islas Canarias y precisamente el Norte de Chile (Malcom Smith, 2011). Sin embargo, la contaminación lumínica es lo que más afecta el desarrollo de las observaciones astronómicas. En un cielo oscuro es posible ver 2000 estrellas. En una ciudad solo 200 estrellas. En el centro de una ciudad tan solo 20 estrellas. Si el cielo nocturno es 10% más brillante, se requiere 10% más de tiempo a los astrónomos hacer sus observaciones y las galaxias más tenues son 40 veces más débiles que la emisión natural del cielo nocturno (Richard Wainscoat, 2011).

Es cuidar un recurso económico. Chile es el país que lidera en cantidad de oferentes relacionados al astroturismo (Catastro de oferta internacional de astroturismo. Astroturismo Chile, 2016) Por lo que el objetivo principal del astroturismo en Chile, será generar/fortalecer economías locales en torno a observatorios y/o sitios de privilegiadas condiciones para visualizar un cielo oscuro (retorno social-económico al territorio).

Es cuidar un recurso cultural. Una de las preguntas más existenciales de la humanidad, comienza a buscar sus respuestas en las primeras civilizaciones, cuando nuestros antepasados centran su mirada en el cielo para encontrar respuestas a su existencia; ¿De dónde venimos? En Mesoamérica y Sudamérica, existe evidencia tangible del uso de calendarios y de medidas del tiempo basadas en la observación de la bóveda celeste. En particular, las culturas Maya e Inca se alzan como manifestaciones culturales en donde la cosmología o cosmovisión fueron elementos sustanciales para la construcción de su civilización (Eduarchile, 2016).

Es cuidar un recurso ambiental. Datos publicados por El nuevo Atlas del brillo artificial de la noche (The new world atlas of artificial night sky brightness. Falchi et al., 2016) Señalan que debido a la mala utilización de la iluminación artificial en las ciudades:

- Más del 80% del mundo vive bajo un cielo con contaminación lumínica.
- 39,7% de los chilenos vive bajo un nivel extremo de brillo nocturno
- Chile se ubica en el puesto 19 de los 20 más contaminados por población en el mundo.

“Los efectos adversos de este fenómeno implican al reino animal, el reino vegetal y la humanidad. El interés por la

contaminación lumínica ha ido creciendo en muchos campos de la ciencia, que se extiende desde el campo de la astronomía tradicional, ciencias ambientales, ciencias naturales e incluso las ciencias humanas como la antropología o la sociología. La magnitud y las consecuencias del problema no se han abordado hasta la fecha, ya que no se han registrado los datos a escala mundial sobre la distribución y magnitud del brillo del cielo artificial.” (Falchi et al., 2016)

En 1998 se concreta el mayor avance en cuanto a convenios de observatorios astronómicos con el estado de Chile, ya que se establece la primera Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica que en el año 2012 se vuelve a revisar para promulgar la norma que actualmente rige (D.S. N°043. Ministerio del Medio Ambiente. 2012) a las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo (II, III y IV región) para generar un control a la contaminación lumínica que aumenta exponencialmente con el desarrollo de las ciudades modernas.

Debido a los aspectos por los cuales los cielos oscuros del Norte de Chile representan importancia, existen diferentes organizaciones que trabajan implementando estrategias que hagan frente a la problemática de la contaminación lumínica desde sus campos de acción.

II. MAPA DE ACTORES Y DEMANDAS

Desde la disciplina del diseño, la realización de un diagnóstico a cerca de las variables y el estado actual de la problemática; sus actores y sus demandas, permite tener una visión más amplia a cerca de las subproblemáticas de la contaminación lumínica, y como abordan el problema cada uno de los entes que trabajan por desarrollar soluciones.

a. Los observatorios, universidades y organizaciones de astrónomos, atacan la contaminación lumínica como un problema de nicho

Los observatorios que se encuentran emplazados en Chile, son financiados por universidades y asociaciones de astronomía de todo el mundo, su gran preocupación es la de no tener la certeza de poder continuar realizando hallazgos en la bóveda celeste, por lo que planifican actividades con el fin de educar a las personas encargadas de la toma de decisiones para determinar los tipos de luminarias que permitan el cumplimiento de sus fines científicos, es decir, actividades para combatir la contaminación lumínica como una problemática de nicho. En lo inmediato, las capacitaciones y la realización de charlas educativas, fomentan e incentivan el conocimiento de los parámetros por los cuáles se deben guiar las municipalidades para la implementación de sus luminarias públicas, además de pasar por un laboratorio certificado como el de Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Primer laboratorio en adquirir dicha certificación), sin embargo, no existen incentivos para hacer cumplir la norma, el alcalde de la comuna de Chañaral, región de Atacama, Héctor Volta señala que no existen los recursos para adquirir luminarias con la tecnología necesaria que permita cumplir con la norma (2015).



Figura 1. Fuente: Elaboración propia.

b. Turismo astronómico, la contaminación lumínica como una problemática indirecta.

El desarrollo del turismo astronómico en Chile, hoy en día está supeditado a las actividades que está realizando el proyecto Astroturismo Chile, financiado por la línea de Bienes Públicos para la CORFO (Competitividad de la Corporación de Fomento de la Producción) y apoyados por la fundación imagen de Chile (entre otros) y busca posicionar al país como el destino astroturístico de mayor relevancia en el mundo (Astroturismo, 2016), desarrollando una serie de estrategias de posicionamiento de aquí al 2025 (Hoja de Ruta del Astroturismo en Chile 2016- 2025)

El proyecto está orientado a fomentar la actividad turística, aportando en diferentes plataformas a los oferentes de las experiencias astroturísticas, e incentivando la demanda de esta actividad en turistas extranjeros y nacionales, permitiendo así, el desarrollo de las localidades cercanas a destinos astroturísticos por un retorno económico. Los actores de este proyecto, son entidades gubernamentales y organizaciones relacionadas con el turismo, por lo que el problema de la contaminación lumínica se aborda de manera indirecta. Aunque la prevalencia del negocio del Astroturismo depende de la conservación de las condiciones en las que se encuentran los cielos, sus intereses están más ligados a generar socios estratégicos que permitan alcanzar su objetivo principal.



Figura 2. Fuente: Elaboración propia.

c. Organizaciones dedicadas a asegurar la visión de un cielo estrellado, entes gubernamentales y culturales, ven la contaminación lumínica como desinformación

La idea de que el gobierno de Chile proponga los cielos nocturnos de Chile como Patrimonio científico Mundial es una iniciativa que está siendo impulsada por astrónomos de diversas partes del mundo, el director de Aura en Chile, Chris Smith señala que los cielos del norte de Chile deben ser protegidos de la contaminación lumínica por el bien de la ciencia, la Unesco no reconoce cielos como patrimonio, por lo que tendrá que ser un territorio físico que habrá que definir. Según lo señalado, la idea es que los cielos chilenos como patrimonio se concrete en los próximos 3 a 5 años, aunque ya trabaja para ello una comisión llamada "Ventanas al Universo, de dónde venimos y a dónde vamos" que será presentada a la Unesco.

Estas organizaciones buscan fomentar la sensibilización en torno a la apreciación por parte de la ciudadanía hacia los cielos oscuros del Norte de Chile, provocando un sentimiento de identidad por parte de las personas, junto con la valoración de este patrimonio. La baja educación en torno a la contaminación lumínica y sus impactos incide en el uso inapropiado e ineficiente de la iluminación artificial y, por lo tanto, la degradación de la calidad de los cielos.

El astrónomo de la SOCHIAS (Sociedad Chilena de Astronomía) Guillermo Blanc, señala con respecto a la divulgación de esta problemática que el gobierno debe decir que no sólo van a aprobar una ley de protección de los cielos, sino que se necesita una campaña de fiscalización y de educación muy fuerte, para que la gente entienda que la contaminación lumínica es un tema grave, además señala que

"Me encantaría que en nuestra cabeza el cielo del norte estuviera a la misma altura de las torres del paine, y que cuando nos damos cuenta de que hay una instalación lumínica que está afectando la belleza, pureza, claridad y oscuridad de nuestros cielos chilenos, que son espectaculares y únicos, que nos sentimos igual de ofendidos e indignados que cuando un turista provoca un incendio en las torres del paine."
(Guillermo Blanc, 2015)

Plasmada en estas organizaciones se asoma la búsqueda de un sentimiento de pertenencia, de tener la conciencia de que los cielos que nos envuelven en la zona norte son los únicos con esas condiciones en el mundo y que el único factor que amenaza la conservación de estas condiciones depende de la intervención de las personas, de nosotros, de valorar lo que tenemos.



Figura 3. Fuente: Elaboración propia.

III. OPORTUNIDADES DE DISEÑO

A raíz del diagnóstico se pueden detectar oportunidades de intervención a través del diseño para con la problemática de la contaminación lumínica en sus diferentes aspectos;



Diagrama 1. Fuente: Elaboración propia.

a. Diseño conceptual de luminaria para concientización en zona del Norte de Chile entorno a observatorio astronómico.

La realización de un proyecto de diseño de iluminación para alumbrado público en una zona específica del norte de Chile, que sea representativa y que se pueda replicar en otros sitios con las mismas características, centrando su diseño en la representación de la educación y concientización de la contaminación lumínica. La problemática, es que las luminarias ambientales industriales existentes, mayoritariamente centradas en la densidad de la luz por metro cuadrado, aparte de no cumplir a cabalidad con la norma, por falta de información en su adquisición y/o instalación, limitan su función a iluminar los espacios por seguridad, sin estar pensadas para las tareas y actividades características de una zona turística como la de los entornos cercanos a destinos astro turísticos ni a su función durante el día, perdiendo el potencial que puede aportar el diseño de iluminación como el confort del usuario, la arquitectura del producto, el deslumbramiento, contraste, iluminación de tareas visuales específicas, rendimiento del color y apariencia de color en las lámparas para un contexto específico.

Bajo el contexto de esta oportunidad de desarrollo de luminaria pública el diseñador de iluminación de Aladdin Lighting Pedro Galleguillos plantea en entrevista que una problemática de iluminación tiene que ver netamente con tareas donde hay una componente visual importante y no necesariamente contaminación lumínica, donde se necesite ver algo, puede ser, turismo, lectura, autopista funcional, etc. Es por eso que la iluminación se hace importante, ya que se diseñan artefactos que van orientados a la versatilidad, no a una necesidad específica, aunque existen casos (2016). En la oportunidad presentada, el experto señala que sería un producto que podría cuestionar si es viable o no, diseñar una luminaria al ver toda la gran variedad de productos que ofrece el mercado, teniendo quizás trascendencia si se analiza desde las características propias de Chile, o como proyectos de iluminación, que establezcan criterios, sentando bases para el diseño de iluminación en lugares específicos de Chile.



Imagen 1. Recuperado desde <https://goo.gl/aFCQyB>.

En la imagen 1 se puede apreciar el nuevo alumbrado público en la Atjehstraat Países Bajos. Broken Light es el nombre de un proyecto de luz que se hace cargo de alumbrado público. Una combinación única de un proyecto de arte y diseño de la luz. La experiencia de diseño de iluminación en un espacio definido por la misma. El proyecto de iluminación pública ha transformado el aspecto y la sensación de Atjehstraat, creando un espacio interior, que cubre un área de proyección de 4000 m2.

Un proyecto de iluminación tiene que por sí sustentarse de un especialista, ya que se deben tener en consideración contenidos específicos adquiridos posteriormente al grado de diseñador industrial. La complejidad del proyecto, implica un trabajo también multidisciplinario, factor complejo de ser manejado a cabalidad para asegurar un resultado óptimo.

b. Diseño de luminaria referente de especificación técnica para norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica.

Una oportunidad para este contexto, es desarrollar una luminaria tipo, que sirva de referente de especificación para cumplir de la mejor manera en términos de diseño con la disminución de la contaminación lumínica;

De acuerdo a los hallazgos descubiertos durante la primera etapa investigación y entrevistas, se puede determinar que una de las subproblemáticas para el funcionamiento de la norma para la regulación de la contaminación lumínica en el norte de Chile es la escasa fiscalización, de protocolos de instalación y referentes de luminarias que se adapten a esta norma de manera óptima.

En este sentido, se presenta la oportunidad de contar con una luminaria que cumpla con todos los parámetros de iluminación y diseño para que fabricantes de luminarias puedan basarse en un modelo aprobado por los laboratorios acreditados, pudiendo permitir un mejor desarrollo de productos y mayor cantidad de posibilidades que se adapten a los presupuestos de cada municipio. Para determinar la viabilidad de este proyecto y definir los lineamientos y consideraciones, en reunión con el diseñador de Iluminación Douglas Leonard, académico de la carrera de diseño de la Pontificia Universidad Católica, señala que, en términos metodológicos, podría ser relevante definir los niveles y las propiedades reflectivas de una luminaria a diseñar, en términos de estandarización de parámetros, más que en el diseño óptico de una luminaria (2016).



Imagen 2. Fuente: Recuperado desde <https://goo.gl/wWC5lo>

En la imagen 2 se puede apreciar la primera luminaria en Chile certificada para aplicaciones en la zona Norte (II, III y IV Regiones).

Luminaria de tecnología LED para ser usada en iluminación de vías de tránsito vehicular, iluminación peatonal y también de aplicación en industria y minería para iluminar vías de tránsito, como pasarelas, correas transportadoras, etc.

Voltaje de entrada	12 o 24 Vdc ó 100 - 277 VAC
Voltaje de salida	15 - 30 VDC
Frecuencia	50-60 Hz

Abriendo la posibilidad de una intervención en una luminaria, Pedro Galleguillos señala que el desarrollo de las características ópticas de una luminaria, es muy limitado a los fabricantes que tienen el conocimiento y las herramientas disponibles, debido a la alta variedad de productos de este tipo, no sería tan pertinente el desarrollo de un producto tan específico (2016).

Si bien en Chile el sistema protocolar para el desarrollo de luminarias es bueno y están claros los puntos, Galleguillos señala que la aplicación de estos parámetros y el cumplimiento es donde está el mayor problema, entonces desde un aspecto del diseño, entrar en dicha materia a través del diseño puede ser limitado.

Para que exista una buena aplicación de instalación y fiscalización de luminarias públicas en la región de Atacama, Antofagasta y Coquimbo, se requieren más que protocolos y modelos referentes de luminarias, se requiere una concientización de la importancia de la buena utilización de la iluminación artificial.

c. Proyecto de diseño para la valoración de los cielos oscuros del norte de Chile

El desarrollo y la implementación de una estrategia de diseño que vaya orientada a divulgar el valor de lo que representan los cielos del norte de Chile, centrada en una muestra que permita visualizar lo rescatable de la observación a simple vista en un lugar privilegiado de los cielos del norte, en contraste con cómo afecta la contaminación lumínica.

La preocupación por la degradación de los cielos oscuros de calidad va más allá de la implementación de normas para el uso de la luz artificial (D.S. N°043/2012/MMA) y es aquí el punto en donde el diseño puede jugar un papel importante. Existen actualmente programas de capacitación para municipios respecto al tema, pero el propósito actual es poner en la mesa la problemática de la contaminación lumínica y que las personas le tomen el peso a lo que conlleva la correcta utilización de la luz.

En esta misma línea Igor Valdebenito, coordinador de la norma para la regulación de la contaminación lumínica en Santiago señala la mayor traba reducida a un aspecto específico, es educación, netamente, indicando que es un trabajo a largo plazo (2016)

Blanc, asegura también que las iniciativas de SOCHIAS no están enfocadas en educación y no pasan por actividades puntuales, sino que, más bien trabajando en medios, en prensa, tratando de poner artículos, haciendo entrevistas, de que el tema salga en la prensa porque creen que esa es una de las formas más importantes para llegar al público general.

Lograr un alto impacto de difusión, en términos de que la ciudadanía adopte una sensación de pertenencia, de orgullo, de patrimonio con el cielo de su región, es potenciar el desarrollo de actividades y proyectos que contribuyan a la protección de los cielos oscuros del Norte.

Esta brecha, representa la alternativa más manejable en cuanto a variables de diseño y criterios de evaluación, por lo que, en el siguiente capítulo, se abordará desde una propuesta de diseño, buscando el sustento bibliográfico de dicha propuesta, el contexto y declarando finalmente la estrategia de diseño a seguir.

IV. PROPUESTA DE DISEÑO

A raíz de esta investigación de tipo exploratoria, se ha podido determinar que la educación general con respecto a la protección de los cielos oscuros es una de las subproblemáticas más importantes para el manejo de la contaminación lumínica.

Se han propuesto en los últimos años diversos programas y actividades para ser desarrolladas durante clases a menores de educación básica y ciudadanía en general con respecto a la contaminación lumínica y sus efectos. Para el Año Internacional de la Astronomía (IYA2009) Cornerstone project y socios para el cielo oscuro, la astronomía y la educación ambiental han colaborado para la promoción de programas ciudadano-científico que miden la contaminación lumínica a nivel local, como lo son; How Many Stars?, GLOBE at Night y Great World Wide Star Count (2009). Estos programas toman la forma de "caza de estrellas" o "recuento de estrellas", con el fin de proporcionar a las personas de manera directa y divertida adquirir mayor conciencia sobre la contaminación lumínica a través de observaciones de primera mano del cielo nocturno. En el Año seleccionado por las Naciones Unidas como el Internacional de la Luz 2015 (IYL2015) se ha proporcionado una oportunidad para aumentar la conciencia pública sobre la conservación cielos oscuros, una iluminación de calidad y la conservación de la energía. La National Optical Astronomy Observatory (NOAO), en Chile presente con el observatorio del Cerro Tololo, desarrolló un kit educacional para la enseñanza de la buena iluminación donde el objetivo es generar en el estudiante una conciencia pública de los problemas de contaminación lumínica y soluciones de iluminación de calidad. Este kit educacional, se desarrolla a partir de la exposición por parte de monitores acerca de los distintos aspectos los cuales afecta la contaminación lumínica, seguido de una actividad de aplicación (2015).

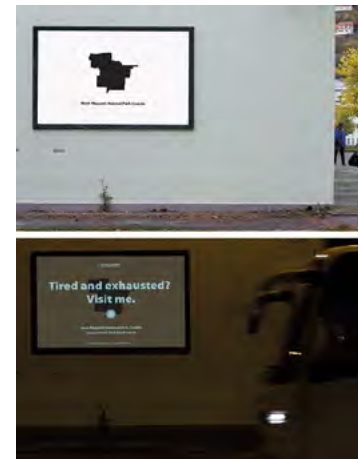
La Astronomical Society of the Pacific (Sociedad Astronómica del Pacífico) es una organización científica y educacional, que en su programa The Universe in the Classroom (El universo en la sala de clases), proponen una actividad educativa para la concientización de la contaminación lumínica. En esta actividad, los estudiantes observan el diseño de iluminación al aire libre y discuten cómo esto afecta a la eficiencia y la eficacia del trabajo de la que la iluminación se pretende hacer y el grado de la luz en las instalaciones al aire libre. En la descripción de la actividad se

señala que se ha demostrado que muchos estudiantes tienen ideas falsas profundamente arraigadas acerca de la luz y la iluminación. Lo que se busca por parte de los estudiantes es un estudio de los artefactos de iluminación al aire libre como dispositivos científicos, tecnológicos, sociales y responder a la pregunta: ¿Cómo hacer eficiente y eficaz las luces que observan en su entorno?

Estas exposiciones y actividades son poco didácticas, por lo que no sugieren despertar el interés de los estudiantes.

Desde el diseño, se han desarrollado propuestas para la concientización acerca de la contaminación lumínica y sus efectos en la apreciación del cielo, desde el ámbito conceptual, comunicacional, gráfico y de intervenciones fotográficas.

Una de ellas es una propuesta presentada por la organización CoClimate, como concientización a cerca de la oscuridad de



los cielos. CoClimate es un grupo de expertos que forman un estudio de diseño estratégico, su misión es construir cuestiones esenciales sobre el cambio climático. En este caso, presentan una campaña, que busca informar a la gente acerca de la iniciativa de protección de la oscuridad, sobre los parques y reservas donde la gente puede visitar la oscuridad en sus condiciones naturales y aprender más sobre ella. Utilizando el ciclo de luz y oscuridad para transmitir un mensaje. Durante el día el material transmite un mensaje, pero en la oscuridad el segundo mensaje más personal se revela. La contaminación lumínica cubre estrellas naturales y perturba el medio ambiente natural, de la misma manera, la luz cubre el mensaje, que sólo se puede leer en suficiente oscuridad.

Imagen 3. Fuente: Recuperado desde <https://goo.gl/gN5jfs>

Otra de estas iniciativas es una propuesta de campaña para la concientización de la contaminación lumínica de la diseñadora gráfica Sukeshi Dalmia de Rhode Island School of Design. La iniciativa llamada DeLight pretende iluminar la unión comunal a través de iniciativas que hacen a las personas apreciar la verdadera belleza de un cielo estrellado, la que se ha perdido debido a la contaminación lumínica. Su objetivo es fomentar el uso de la iluminación eficiente que ahorra recursos y métodos. Donde la luz se enfoque hacia lo necesario, en lugar de emitirla al cielo. La campaña DeLight se enfoca en el concepto de 'la revelación'. Se busca llevar la conciencia a un problema acuciante de una manera divertida y atractiva. La campaña invita a un evento que pretende unir a las comunidades y animarles a apagar las luces durante un par de horas. Durante este tiempo los miembros de la comunidad están invitados a disfrutar de un brillo en el camino oscuro que se presenta en su espacio comunal.



Imagen 4. Fuente: Recuperado desde <https://goo.gl/6v9rAv>

Desde la fotografía, el fotógrafo Thierry Cohen ha manipulado las fotos que ha sacado durante la noche en diversas partes del mundo. Pertenecientes a la serie Darkened cities, las fotografías son una vista de la ciudad con las luces removidas y el cielo nocturno estrellado, foto de un lugar en la misma latitud, pero con mucha menos contaminación lumínica. En esta imagen se puede ver cómo la ciudad de Nueva York podría ser similar bajo la Vía Láctea. Este es el cielo de la oscuridad y la noche que no todo el mundo ha visto. No es totalmente oscuro, porque la luna, las estrellas y la luminiscencia atmosférica proporcionan iluminación natural.

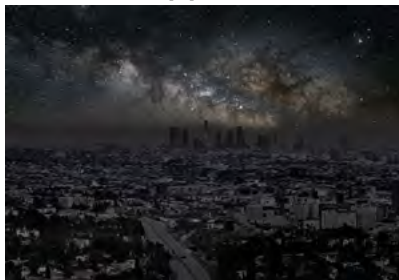


Imagen 5. Fuente: Recuperado desde <https://goo.gl/gN5jfs>

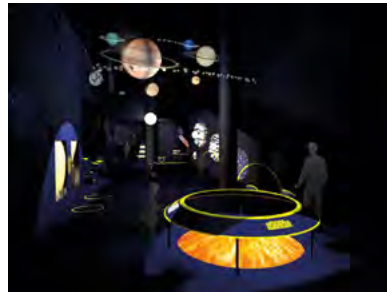


Imagen 6. Fuente: Recuperado desde <https://goo.gl/CIPRTW>

El Museo Interactivo Mirador (MIM), en sus palabras; "un lugar donde se pueden descubrir distintos fenómenos y principios científicos, desde una propuesta educativa lúdica, interactiva y de exploración autónoma" (2016) tiene proyectado para fines de 2017, un edificio dedicado a la Astronomía, donde se abordarán temáticas como El Sistema Solar, La Vida de las Estrellas, La Vía Láctea, Las Galaxias, El Universo Temprano y los diferentes tipos de observación del cielo, destacando las ventajas del territorio chileno como lugar privilegiado para la exploración del cosmos.

Sin embargo, todas estas muestras, se centran en los conocimientos de la astronomía, pero ninguna tiene relación con la contaminación lumínica y como está afecta a la observación astronómica, por lo que se detecta en lo relacionado al diseño industrial, un nicho de oportunidad que no se ha abordado en cuanto a lo que representa esta problemática.

Para el caso de la situación actual de la contaminación lumínica en el Norte de Chile, el nivel de conocimiento por parte de las personas con respecto a la problemática y su sensibilización es bajo.

No se puede esperar que las personas sean responsables de la utilización de la iluminación artificial y se preocupen por su impacto en el medio, ya que cuando existe una población que no tiene conocimiento acerca de una problemática como la contaminación lumínica, no le atribuye el valor de lo que representa el patrimonio de los cielos oscuros del norte de nuestro país. El astrónomo Guillermo Blanc, señala que una actividad de difusión puede tener un gran impacto, en términos de que el público, y la ciudadanía en general tengan información específica de la contaminación lumínica, porque sobre ciencia y astronomía ya hay mucho en el país, pero sobre contaminación lumínica y ciudadanía, poco y nada. (2016)

Antes de educar, debemos valorar, para proteger.

Para educar sobre el uso de la iluminación artificial, es necesario conocer cuál es su impacto en los distintos medios. Como lo señala Kant, la idea de educar, es hacerlo conforme al estado óptimo de la humanidad (1803). En el caso específico, esperar con la educación un comportamiento consciente de las personas con su medio ambiente, y para adoptar medidas específicas de consciencia, se debe valorar los elementos que son perjudicados con el mal uso de la iluminación artificial, y como sería el estado de estos elementos; observación astronómica, salud humana, ecosistemas y medio ambiente si es que no hubiera factores perjudiciales como la contaminación lumínica. Por lo tanto, el presente proyecto no tendrá como fin educar a las personas acerca de la iluminación artificial, sino que, generar una instancia previa de valoración, en donde se contraste la idea de un estado libre de contaminación lumínica y cómo luce el estado actual de esta contaminación.

"Más allá de lo cognitivo y lo instrumental existe una dimensión esencialmente humana no menos importante que las dos anteriores. Se trata de lo axiológico, lo que tiene que ver con la capacidad humana para valorar, para apreciar el valor de las cosas y las acciones. Justamente, la que nos permite preferir lo deseable de entre lo posible." (Mariano Martín Gordillo, 2006)

Preferir lo deseable entre lo posible, es un aspecto desarrollado e involucrado en la toma de decisiones de muchas personas para con sus actos de la vida cotidiana. Un adulto ve cegada en parte esta decisión por factores como "lo alcanzable", o "lo realista", pero más que este factor existe uno que es el que rige el comportamiento de toda persona y que tiene que ver con sus convicciones propias, que muchas

veces se considera ajeno a la escuela y que es fomentado por el entorno familiar y social; el criterio moral.

Como ya se ha detectado que la contaminación lumínica se origina por la mala utilización de la iluminación artificial y esto va ligado a la formación y los conocimientos que tenemos sobre esta problemática, la educación es una tarea a largo plazo, y lo más importante para que la educación sea un factor de cambio, es realizarla en la etapa más apta para su comprensión, interiorizando desde la moral de realizar acciones por un bien mayor. La astronomía, como una de las ciencias más atractivas para la ciudadanía en general (Academia Chilena de Ciencias, 2005), se presenta como una oportunidad de canal y/o plataforma para generar consciencia de mayor impacto acerca de lo perjudicial de la mala utilización de la iluminación artificial y contribuir a generar una cultura científica, promoviendo el cuidado de los cielos oscuros a través de su valoración.

Necesidad

Actualmente se carece de una herramienta y/o instrumento que despierte el interés y potencie la valoración de los cielos oscuros del norte de Chile.

Propuesta de diseño

Muestra interactiva de aprendizaje no formal que represente el cambio de la visualización del cielo oscuro por los efectos de la contaminación lumínica, dirigida a escolares de educación general básica (En etapa de desarrollo moral básico. Por definir) en el contexto de su escuela, para la valoración de los cielos oscuros del Norte de Chile en función del cuidado de la iluminación artificial.

Centrada en la luz como elemento de alteración de la percepción de los sentidos en un espacio determinado, en términos del manejo del color, tiempo, sombra, luz artificial, proyección, tecnología, generando una experiencia inmersiva y didáctica.

Objetivo General

Diseñar una muestra interactiva de aprendizaje no formal a través del diseño de interacción, centrada en tecnologías y herramientas que permitan representar a través de una manera didáctica el cambio de la visualización de un cielo oscuro ante los efectos de la contaminación lumínica. Despertar el interés para implementar estrategias de educación con respecto a la utilización de la iluminación artificial.

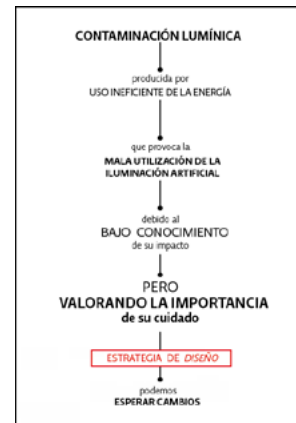


Diagrama 2. Fuente: Elaboración propia.

Justificación

1. Actualmente, dentro de las instancias de divulgación sobre astronomía a la ciudadanía en general, no existen módulos que grafiquen la problemática de la contaminación lumínica, por lo que el conocimiento de ésta, por parte de la ciudadanía en general es precario.

2. El diseño se nutre de herramientas e instrumentos de levantamiento de información que pueden potenciar el desarrollo de una experiencia interactiva, que propicie el interés de los niños hacia el cuidado del medio ambiente a través de la astronomía y hacia el camino de interiorizar la buena utilización de la iluminación artificial en las nuevas generaciones.

3. Como posible contexto para la muestra, se presenta el programa Explora de CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica), que tiene como misión implementar estrategias de divulgación y valoración de la ciencia y la tecnología, aportando a la cultura científica del país y específicamente en el programa PAR Explora (Proyectos Asociativos Regionales) en la línea de trabajo sobre Astronomía para la región de Coquimbo. Con el fin de implementar estrategias didácticas de educación la muestra se presenta como la manera de despertar el interés en los estudiantes proyectando un trabajo posterior sobre el diseño de módulos de aprendizaje con relación al impacto de la contaminación lumínica en la salud humana y la biodiversidad y ecosistemas.

4. Como referentes directos de diseño para experiencias interactivas de educación lúdica está en Chile el MIM y sobre experiencias de aprendizaje sobre astronomía el Planetario USACH (de la Universidad de Santiago de Chile), sin embargo, estos espacios no presentan la característica de masificar la divulgación de su trabajo en escuelas del Norte de Chile cercanas a observatorios turísticos.

CONCLUSIÓN

Desde el punto de vista del diseño, se puede abordar la problemática de la contaminación lumínica en diferentes campos de acción, dependiendo el grado de conocimientos que el diseñador tenga respecto a las temáticas abordables y a la complejidad del tipo de proyecto. La iniciativa propuesta en este trabajo, tiene como finalidad la demostración de cómo a través de la disciplina del diseño se puede encontrar una oportunidad de intervención a una problemática como la contaminación lumínica desde una mirada específica, por lo que el desarrollo del proyecto de diseño corresponde al trabajo que el autor realizará en una segunda etapa.

El desarrollo de proyectos para la concientización del patrimonio que poseemos los chilenos en nuestros cielos no se debe entender como la prioridad del desarrollo de soluciones para esta problemática, pero se hace importante cuando hablamos de la prevalencia de las condiciones de los cielos oscuros, ya que las iniciativas que atacan a las problemáticas de nicho de la contaminación lumínica se verían perjudicadas a lo largo del tiempo si no existe un conocimiento masivo de este recurso por parte de las autoridades y la ciudadanía en general e incluso olvidadas por nuevas generaciones que no han tenido la oportunidad de valorar lo que representa.

“El cielo ha sido y es una inspiración para toda la humanidad. Sin embargo, su contemplación se hace cada vez más difícil e, incluso, para las jóvenes generaciones empieza a resultar desconocido”. (IAU/ICSU/UNESCO, 1992)

REFERENCIAS

- Hamuy, M (2015). Chile tendrá el 70% de la capacidad de observación astronómica mundial. 24horas.cl. Recuperado desde <http://goo.gl/zTGJ2N>.
- Smith, Malcom (2011) Protection of Northern Chile as an ICOMOS/IAU “Window to the Universe”
- Conama. (2012). Cielos para la Observación Astronómica.
- Academia Chilena de Ciencias. (2005). Astronomía. Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005 (pp. 239–259).
- Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C. C. M., Elvidge, C. D., Baugh, K., Furgoni, R. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness.
- EducarChile (2016). Chile, ventana al universo. Recuperado desde <http://www.astronomiaenchile.cl/>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Decreto 43, Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica. Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile.
- Wainscoat, Richard (2011). The magnificent night sky - Why it must be protected from light pollution.
- Proyecto Astroturismo Chile. (2016). Hoja de ruta para el astroturismo en Chile 2016 - 2025.
- Proyecto Astroturismo Chile. (2016). Estudio sobre la demanda astroturística en Chile, 236.
- Proyecto Astroturismo Chile. (2016). Estudio sobre oferta internacional de astroturismo, 176.
- Sukeshi Dalmia (2013). Light Pollution Awareness Campaign. Recuperado desde <https://goo.gl/6v9rAv>
- CoClimate. (2013). DESIGNING FOR NONHUMAN CLIENTS Design proposals and prototypes by **KHiB** students, Autumn. Recuperado desde <https://goo.gl/gN5jfs>
- Thierry Cohen. Darkened Cities. Recuperado desde <https://goo.gl/bxbepe>
- Valdebenito, I. (2016). Entrevista a Coordinador de norma para la contaminación lumínica en Santiago. (Entrevistador Araya, D)
- Kant, I. (1803). Pedagogía. Akal, Madrid, 114.
- Ministerio de economía, fomento y reconstrucción. (1998).
- Decreto 686, Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica.
- Ministerio del Medio Ambiente. Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica D.S.N°043. 2012.
- Mariano Martín Gordillo. (2006). Conocer, manejar, valorar, participar: los fines de una educación para la ciudadanía.
- Galleguillos P. (2016). Entrevista a Diseñador de iluminación OPCC. (Entrevistador Araya, D)
- Blanc, G. (2016). Entrevista a Astrónomo Sochias. (Entrevistador Araya, D)

