

**INFORME UNIÓN ASTRONÓMICA INTERNACIONAL**  
**Proyecto TF3**  
**SENSOROTECA ASTRONÓMICA- SENAST**  
**Planetario de Bogotá- Colombia**

## Contenido

Resumen.....	2
1. AGRADECIMIENTOS.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	10
5. PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA SENSOROTECA .....	12
6. ELABORACIÓN DE LOS OBJETOS QUE INTEGRAN LA SENSOROTECA ASTRONÓMICA .....	13
6.1.1 Colección de concentraciones olfativas para representar Magnitudes estelares .....	13
6.1.2 Colección de planisferios.....	15
6.1.3 Colección de Rompecabezas Lunar .....	18
6.1.4 Colección de Topologías .....	20
6.1.5 Colección de Domos con sustancias de las estrellas.....	22
7. DESCRIPCIONES DE LOS PROCESOS Y SUS RESULTADOS .....	24
8. EXPERIENCIAS.....	26
9. EVALUACIÓN .....	34
10. INVERSIÓN DEL PRESUPUESTO.....	35
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

## Resumen

Este proyecto fue llevado a cabo durante nueve meses entre abril y diciembre de 2015 y su fin consistió en crear una sensoroteca astronómica en el Planetario de Bogotá. Obtuvo como resultado la generación de cinco colecciones de objetos: planisferios en relieve, olores y magnitudes, rompecabezas lunar, topología y domos con sustancias de las estrellas. Se realizaron 5 talleres con público para probar el empleo de estos objetos. Además contó con siete charlas que se desarrollaron con el personal que trabaja en el Planetario de Bogotá.

## Abstract

This project was carried out during nine months. From April until December 2015, in this time, our purpose was creating an "astronomical sensoroteca", at the Planetario from Bogotá. We built five astronomical collections objects, between this, we was create: Planispheres in low and high relief, romes and magnitudes collection, a Moon puzzle, topologies collection, and substances of stars between of domes. Finally, we made five multisensory workshops with the general public for to test, the use objects. We made seven talks aimed to Planetarium's staff from Bogotá- Colombia.

## 1. AGRADECIMIENTOS

Deseamos extender un agradecimiento a todas las personas que contribuyeron al desarrollo de este proyecto. A la Unión Astronómica Internacional (IAU) y la Oficina para el Desarrollo de la Astronomía (OAD) por permitirnos participar de la convocatoria y hacer posible este trabajo. Al Maestro Santiago Trujillo Director del IDARTES, a Nathalia Rippe Gerente del Planetario de Bogotá, a Mauricio Giraldo Coordinador Misional del Planetario de Bogotá y a Lady Ortiz Profesional del equipo Misional por todo el apoyo, contribución y esfuerzos para que este proyecto dirigido a todos los visitantes, pero en especial a las personas en las diferentes condiciones de discapacidad dispongan de otras formas de acercarse, disfrutar y aprender las ciencias del espacio.

## 2. INTRODUCCIÓN

La Sensoroteca Astronómica, es una iniciativa de Jorge Andrés Colmenares y Bibiana Ávila en conjunto con el Planetario de Bogotá y con el apoyo de la Unión Astronómica Internacional (IAU) y la Oficina para el desarrollo de la Astronomía (OAD), que se comenzó a desarrollar durante el año 2015. En las páginas siguientes se describirán las razones que motivaron la creación de la Sensoroteca Astronómica; los procesos con objetivos similares que han antecedido a esta propuesta; las definiciones de los conceptos que han orientado esta formulación; y la fabricación y uso de las cinco colecciones estructuradas que componen la sensoroteca astronómica, así como los talleres realizados con público y las charlas efectuadas con el personal del Planetario de Bogotá.

Sin embargo, presentaremos en esta introducción algunas observaciones generales que se exponen a continuación:

El Objetivo de este proyecto consistió en crear colecciones que integraran una Sensoroteca Astronómica para ser implementada y complementada en el Planetario de Bogotá, con temas de astronomía y otros tópicos relacionados. Si bien el equipo que llevó adelante esta iniciativa tenía experiencias previas en la aplicación de la multisensorialidad en escenarios museales y educativos, esta ha sido la primera ocasión en que ha creado una sensoroteca en el sentido que se le

ha dado a este término. (ver las definiciones conceptuales de: Sensorialidad, Multisensorialidad y Sensoroteca).

Así mismo durante los nueve meses en que se desarrolló el proyecto, la mayor parte del tiempo fue empleado en la creación de objetos que integran las cinco colecciones que componen la sensoroteca astronómica del Planetario de Bogotá y en determinar los materiales que podían utilizarse en su fabricación, de esta manera se diseñaron: cuatro cintas texturadas para propiciar el *sentido del tacto* por medio de un relato sobre topologías que orienta su exploración, cinco planisferios de lectura táctil en altos y bajos relieves; un rompecabezas Lunar con su respectiva base donde se identifican algunos accidentes de su relieve que estimulan el *sentido espacial*, así como el *sentido del tacto*; dos domos con sustancias de las estrellas que permiten *sensaciones magnéticas y auditivas*; y cinco frascos con diferentes concentraciones de aroma de canela para dar a comprender las magnitudes estelares *asociándolas con el sentido olfativo*. Así, será necesaria una segunda fase en la que se realicen más experiencias con diversos públicos y se amplíen las colecciones ya iniciadas a la vez que se creen otras nuevas.

Se desarrollaron colecciones porque permiten que se puedan asociar diferentes objetos entre sí, de modo que se generen conocimientos más complejos relacionados con la astronomía, puesto que se trata de varios objetos que abordan un tema determinado. (ver definiciones conceptuales: colecciones). Entre las

cinco colecciones estructuradas, tres estimulan principalmente el *sentido del tacto*, una el *sentido visual y auditivo* y una el *sentido del olfato*. En consecuencia debe explorarse en lo sucesivo la construcción de objetos que transmitan información a través de otros sentidos de la percepción.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Los espacios culturales en los que se difunde información científica tales como museos, salas de exposición, centros de observación astronómica o centros culturales, han iniciado en las últimas décadas la implementación de medidas que les permitan a diversos públicos acceder a la información que en ellos se difunde.

Entre estos públicos diversos, se encuentran las personas con discapacidad, quienes para acceder a la información demandan que se implementen algunas adaptaciones tales como paneles que incluyan textos escritos en sistema Braille, videos en lengua de señas y representaciones en volumen o alto relieve.

Cuando se trata de difundir algunos temas que basan sus exposiciones en formas específicas de percibir, la posibilidad de atender a estos públicos se convierte en un obstáculo que es necesario superar, tal como sucede en el Planetario de Bogotá, Colombia.

El Planetario de Bogotá, es un escenario científico y Cultural que tiene como misión: Divulgar, educar y divertir a través de experiencias astronómicas, tecnológicas y artísticas, que acercan a la comunidad al conocimiento del Universo y el ser humano, de manera que al impulsar la participación de personas con discapacidad en las actividades que promueve, se enfrenta a una dificultad concreta: la astronomía es una disciplina que se ha desarrollado por medio de avances tecnológicos que se basan en el sentido de la vista como es el caso de

los telescopios, para mostrar la información obtenida de sus investigaciones, de modo que esta se convierte en un conocimiento inaccesible para las personas que presentan limitaciones visuales.

Siendo la astronomía una disciplina eminentemente visual, resulta necesario generar estrategias que permitan conocer la información astronómica por medio de otros sentidos de la percepción diferentes a la vista.

Para responder a este desafío, se ha propuesto el uso de la multisensorialidad, es decir el empleo de otros sentidos de la percepción humana diferentes a la vista y el oído que son los más utilizados en exposiciones, para permitir que las personas con discapacidad, puedan acceder a la información astronómica que difunde el Planetario de Bogotá.

También es importante señalar que al utilizarse otros sentidos de la percepción en la presentación de información astronómica, no solo se benefician personas con discapacidad, sino que cualquier público puede encontrar en la opción de tocar objetos u olerlos, una mejor manera de conocer.

Así se permite además, que las personas con discapacidad, que acuden a un espacio cultural en compañía de su familia, amigos o pareja que no posee esta condición necesariamente, compartan el mismo espacio que el ocupado por cualquier público, sin que se requiera organizar sesiones especiales para atenderlas separándolas de los grupos con los que tienen relaciones estrechas.



Las ventajas que brinda el uso de los sentidos senso-perceptivos humanos, no solo se refiere a permitir que las personas con discapacidad accedan a la información astronómica sino también cualquier persona. Considerando lo anterior, surgió la propuesta de construir una sensoroteca astronómica en el Planetario de Bogotá que se describirá a continuación.

#### 4. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Las definiciones que se incluyen en la continuación han sido formuladas por el equipo que ejecutó el proyecto basándose en conocimientos resultantes de las obras mencionadas en la bibliografía pero que sin embargo no se indicaban en ninguna referencia explícitamente en conceptos viables para la astronomía, de esta manera estas definiciones son el resultado de construcciones propias con múltiples experiencias y públicos diversos, de esta manera nos referiremos a:

- Colección, como el conjunto de objetos que guardan entre si algún tipo de relación, (por ejemplo: colección de sustancias o colección de cuerpos).
- Multisensorialidad, como metodología empleada para acceder al conocimiento que consiste en el uso de más de un sentido de la percepción para relacionarse con diversos objetos y la información que estos contienen.
- Planisferio, como la representación de una esfera en un plano.
- Sensopercepción como relación existente entre los órganos sensoriales y los procesos cognitivos desarrollados por medio de estímulos producidos por el contacto con el espacio y los objetos.
- Sensorialidad, como la facultad de los seres vivos para percibir estímulos presentes en su entorno por medio de los órganos vitales que en sus cuerpos han evolucionado para este fin.

- Sensoroteca, como neologismo que sirve para nombrar un conjunto de objetos que pueden ser percibidos por uno o varios sentidos de la percepción humana, destinados a ser empleados con fines didácticos.
- Sinestesia, como la figura literaria que permite utilizar las palabras que son comunmente empleadas para referirse a las sensaciones captadas por un determinado sentido de la percepción, utilizando el vocabulario que menciona las percepciones de otro. (Por ejemplo: dulce dolor. Dulce es una palabra que se refiere al sentido del gusto y dolor al sentido del tacto. Esta palabra también es utilizada en la neurología para referirse a un trastorno de la percepción que permite a ciertas personas que lo presentan, oler colores o saborear sonidos por ejemplo).
- Taller, como actividad concebida con el propósito de difundir algún conocimiento por medio de una acción práctica que involucre a las personas que participan en él.
- Topología, como la rama de la física que estudia el espacio.

## 5. PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA SENSOROTECA

¿Qué es una sensoroteca?

Una sensoroteca es un conjunto de objetos pensados para servir de materiales de apoyo en procesos pedagógicos donde no solo se emplea el sentido de la vista y del oído, sino también el sentido del tacto del gusto y del olfato. Una sensoroteca es equivalente a una biblioteca, con la diferencia de que en este caso, contiene objetos que se pueden percibir multisensorialmente en vez de libros.

En el caso de la sensoroteca astronómica elaborada en el Planetario de Bogotá se han fabricado diecisiete objetos ordenados en cinco colecciones, los cuales se relacionan principalmente con el sentido del tacto.

Las colecciones que integran la sensoroteca son 5:

1. Colección de concentraciones olfativas para representar Magnitudes estelares
2. Colección de planisferios
3. Colección de Rompecabezas Lunar
4. Colección de Topologías
5. Colección de Domos con sustancias de las estrellas

## 6. ELABORACIÓN DE LOS OBJETOS QUE INTEGRAN LA SENSOROTECA ASTRONÓMICA

### 6.1.1 Colección de concentraciones olfativas para representar Magnitudes estelares

#### ***Descripción de los objetos que integran la colección:***

La colección de magnitudes y aromas, consta de cinco frascos de plástico, que contienen esencia de canela diluida en agua y en cinco niveles diferentes de concentración: ciento por ciento, ochenta por ciento, sesenta por ciento, cuarenta por ciento y veinte por ciento.

#### ***Materiales empleados en la fabricación de la colección:***

En la configuración de esta colección se emplearon cinco frascos de plástico, sesenta mililitros de esencia de canela y agua.

#### ***Procedimiento de fabricación:***

- En el primer frasco de plástico se vierten veinte mililitros de esencia de canela sin mezclarle agua.
- En el segundo frasco se introducen dieciséis mililitros de esencia de canela y cuatro de agua.
- En el tercer frasco se introducen doce mililitros de esencia de canela y ocho de agua. En el cuarto frasco se introducen ocho mililitros de esencia de canela y doce de agua.
- En el quinto frasco, se introducen cuatro mililitros de esencia de canela y dieciséis de agua.

Es importante que los frascos seleccionados sean de boca estrecha de modo que conserven el aroma en su interior y sean pequeños para facilitar su manipulación.

***Uso de los objetos que integran la colección:***

Esta colección cuenta con una bolsa de tela para facilitar su traslado y proteger su contenido. Este conjunto de objetos emplea la sinestesia para permitir que la magnitud asignada a una estrella en niveles de intensidad lumínica graduados de uno a cinco, pueda ser percibida a través de otro sentido de la percepción humana, en este caso, el sentido del olfato. Así, esta colección necesita de un discurso que la acompañe con el fin de explicar el concepto de magnitud y precisar su relación con el aroma a canela. La mayor intensidad del olor a canela, corresponde al máximo nivel de iluminación y su disminución gradual, equivale a la reducción de la luminosidad.

***Aplicación sensorial de la colección:***

Esta colección implica en su uso el sentido del olfato y en una acción comparativa con las magnitudes estelares el de la vista. Su mecanismo se basa en el uso de la sinestesia que consiste en hacer equivaler la sensación experimentada por uno de los sentidos de la percepción humana a la captada por otro. Así por ejemplo, los colores pueden hacerse equivaler a las notas musicales o el ritmo de una canción a luces cuya intermitencia opera a la misma velocidad que el compás audible.

***Observaciones y recomendaciones:***

Esta colección fue concebida con el fin de implicar otros sentidos de la percepción en el conocimiento de la astronomía diferentes al tacto, la vista y el oído.

Puede ser fabricada con cualquier aroma que se tenga a disposición teniendo en cuenta que es muy importante que los recipientes que lo contengan no se rompan puesto que esto implicaría un riesgo en su manipulación y que el olor elegido, sea muy claro como para ser reconocido sin dificultad por cualquier persona que lo explore.

### **6.1.2 Colección de planisferios**

#### ***Descripción de los objetos que integran la colección:***

La colección de planisferios está conformada por cinco objetos que corresponden a mapas planos de cuatro planetas (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) y la luna. Estos planisferios, han sido impresos en una lámina de acrílico circular, de cinco milímetros de espesor y un diámetro de setenta y cinco centímetros. La lámina de acrílico se encuentra impresa por ambas caras, de manera que cada una de ellas contenga el relieve correspondiente a uno de los hemisferios del planeta representado o de la Luna. Únicamente en el caso del planeta Mercurio, la condición de la impresión por ambas caras no se cumple, debido a que no fue posible hallar información suficiente para realizar la impresión correspondiente al hemisferio sur de este planeta. Estos planisferios, se encuentran acompañados de una guía que contiene las convenciones con las cuales es posible interpretarlos. Así, una superficie lisa equivale a zonas donde hay montañas, un bajo relieve constituye un cráter, un borde elevado corresponde a una costa y una depresión amplia representa un mar u océano. La información que acompaña estas convenciones táctiles, está escrita en sistema Braille y en caracteres latinos.

#### ***Materiales empleados en la fabricación de la colección:***

- Cinco láminas circulares de acrílico de setenta y cinco centímetros de diámetro por cinco milímetros de espesor.
- Imágenes geológicas de la NASA correspondientes al hemisferio norte del planeta Mercurio, de la totalidad de Venus, parcial de la Tierra, total de Marte y total de la Luna.

#### ***Procedimiento de fabricación:***

Estas imágenes, que no son fotografías sino reconstrucciones de la geología de cada planeta y de la Luna, fueron obtenidas en la página de la NASA, citar página.

Posteriormente, estas imágenes fueron impresas sobre la lámina de acrílico utilizando ambas caras de esta salvo en el caso ya mencionado de Mercurio. La impresión de cada una de estas caras demora seis horas, de modo que necesitará de doce horas para completar uno de los planisferios. En el proceso de fabricación sucede que las partes más sobresalientes del relieve de cada planeta elegido, se muestran de color blanco, mientras que las más sumergidas, aparecen oscuras. En medio de estos dos niveles, existe una gama de colores intermedios que podrían llamarse una gama de grises de manera que al reproducir esta escala cromática en un relieve, las partes blancas, poseen una textura lisa, a diferencia de las partes más oscuras que se manifiestan en forma rugosa. Así, la convención básica con la que es posible interpretar cada planisferio consiste en que las partes más lisas corresponden a las zonas más altas y las zonas hundidas equivalen a cráteres u otros accidentes semejantes a depresiones del terreno.

***Uso de los objetos que integran la colección:***

Cada uno de estos planisferios cuenta con una bolsa de tela que permite su transporte y conservación. La exploración de los objetos debe ser realizada con un acompañamiento, puesto que en la lámina no existe ninguna indicación que pueda ser utilizada por una persona de manera autónoma. Sin embargo, se ha elaborado una guía que permite a partir de usar un accidente del relieve que sea significativo, es decir claramente reconocible como referente, para ubicar algunos aspectos relevantes en el planisferio.



***Aplicación sensorial de la colección:***

Esta colección ha sido concebida con el propósito de estimular el sentido del tacto. Sin embargo, al emplear la luz para resaltar las variaciones de la superficie de los planisferios, es posible darle una aplicación al sentido de la vista que es complementaria al uso táctil propuesto.

***Observaciones y recomendaciones:***

Al haber sido construidos con base en información geológica de gran precisión, estos planisferios no solo constituyen un objeto de aplicación didáctica, sino que pueden permitirle a una persona interesada en estudiar el relieve de estos planetas y de la Luna, una fuente con la que puede adelantar investigaciones.

En el futuro deben complementarse estos planisferios con datos que le permitan a quien acompaña su exploración realizar orientaciones dotadas de contenidos más amplios y en este sentido, la guía que complementa a estos planisferios, debe ser ampliada.

### **6.1.3 Colección de Rompecabezas Lunar**

#### ***Descripción de los objetos que integran la colección:***

El rompecabezas lunar ha sido creado tomando como base el planisferio de la Luna elaborado para la colección anterior, pero con la diferencia de que para este caso, ha sido fragmentado en trece partes, cuidando que en cada una de ellas, esté representado un accidente del relieve completo. Este grupo de trece fichas, está acompañado por una circunferencia en madera que posee las mismas dimensiones del planisferio (setenta y cinco centímetros de diámetro) concebida para orientar el armado del rompecabezas y en el que se encuentran los nombres de los accidentes del relieve más significativos y una delimitación que permite reconocer a través del sentido del tacto el espacio ocupado por cada pieza sobre la circunferencia de madera.

#### ***Materiales empleados en la fabricación de la colección:***

- Lámina de acrílico de setenta y cinco centímetros de diámetro por cinco milímetros de espesor.
- Impresora láser.
- Cortadora láser. Pulidora.
- Vitraplomo.
- Lámina de madera de setenta y cinco centímetros de diámetro por tres milímetros de espesor.

#### ***Procedimiento de fabricación:***

Empleando la impresora láser, se imprime sobre la lámina de acrílico el planisferio lunar, utilizando ambas caras. Esta operación requiere de diez horas puesto que cada cara necesita cinco horas para imprimirse.

Luego se procede a cortar la pieza en trece partes cuidando de no dividir los mares de la luna y usando la cara cercana de esta como referente. Una vez cortada cada una de las piezas deben ser pulidas puesto que en su separación, se generan bordes filosos que resultarían peligrosos para quienes manipulen la colección. En cuanto a la lámina de madera, en esta se trazan con Vitraplomo los límites de los espacios ocupados por cada pieza del rompecabezas y luego se escriben los nombres correspondientes a cada accidente contenido en ellas.

***Uso de los objetos que integran la colección:***

Esta colección cuenta con una bolsa de tela que permite transportarla y protegerla del deterioro. La exploración de los planisferios requiere de una aproximación lenta y detallada que no resulta fácil de desarrollar cuando esta se realiza al interior de un taller o una exposición. En cambio, el fraccionamiento del planisferio, en secciones fácilmente abarcables, permite una exploración a una escala menor que brinda la posibilidad de una mayor conciencia del relieve lunar así como un abordaje grupal de un mismo planisferio.

***Aplicación sensorial de la colección:***

Al igual que los planisferios estos han sido pensados para ser abordados a través del sentido del tacto pero se pueden estudiar visualmente empleando luces para tal fin.

***Observaciones y recomendaciones:***

Esta es la pieza que mejor se presta para un abordaje grupal y para un ejercicio que facilite un conocimiento profundo del tema tratado. Es recomendable que en el futuro, se puedan fraccionar todos los planisferios de la colección para permitir su exploración de una forma más sencilla.

#### **6.1.4 Colección de Topologías**

##### ***Descripción de los objetos que integran la colección:***

La colección de topología está conformada por tres objetos: cinta abierta en forma de Segmento de línea recta, cinta cerrada en forma de circunferencia y cinta de Moebious. Estas tres cintas han sido elaboradas en Velcro, un material textil empleado para permitir que se unan dos partes en una prenda de vestir.

##### ***Materiales empleados en la fabricación de la colección:***

- Rollo de Velcro
- Hilo
- Máquina de coser.
- Procedimiento de fabricación:

El Velcro posee dos superficies distintas por cada una de sus caras: por una de ellas cuenta con una textura áspera y por la otra una suave. El contacto entre ambas texturas permite que las dos partes se adhieran. Para elaborar las cintas que integran esta colección, se cortan segmentos de recta del rollo de velcro, de una longitud de sesenta centímetros de largo. El segmento de recta simplemente se cose para generar un cuerpo compacto formado por dos tiras de velcro unidas por su cara interna.

Para el caso de la cinta en forma de circunferencia, se toma una de estas rectas y se le une cociéndola por sus extremos de manera que se cree un anillo cerrado; y para la cinta de Moebious, se rota uno de los extremos de la recta y se cierra cociéndolos para generar una figura que tiene una sola orilla y una sola cara.

##### ***Uso de los objetos que integran la colección:***

Estos objetos han sido guardados dentro de una bolsa de tela para facilitar su transporte y conservación de modo que siendo estos flexibles, no estén sometidos a dobleces que puedan deteriorarlos. En cuanto a los tres objetos que componen

esta colección su uso es el siguiente: el segmento de recta, fue concebido para servir como herramienta explicativa de la geometría de Euclides, especialmente, para indicar como en la geometría plana, por un punto que se encuentra por fuera de una recta, solo puede pasar una línea y para indicar como en un segmento ancho de recta, existen dos extremos, dos orillas y dos caras diferenciadas; Por su parte, la circunferencia, sirve para explicar la Geometría de Riemann y la cinta de Moebius, permite plantear que efectos tendría sobre el espacio y el tiempo vivir en un universo que tuviera esta forma.

***Aplicación sensorial de la colección:***

Esta colección está diseñada para ser abordada a través del sentido del tacto y de la vista, aunque la reflexión que suscita se asocia con dos sentidos de la percepción poco conocidos: el sentido espacial que es aquel por medio del cual nos orientamos y el sentido temporal que nos permite tomar conciencia del tiempo transcurrido.

***Observaciones y recomendaciones:***

El tema para el cual fue propuesta esta colección, posee una complejidad elevada que sin embargo, es posible tratar si la persona que la emplea se familiariza con las nociones básicas de la geometría y la topología. Esta colección permite una aproximación a conceptos matemáticos complejos de un modo fácilmente comprensible.

### **6.1.5 Colección de Domos con sustancias de las estrellas**

#### ***Descripción de los objetos que integran la colección:***

La colección de domos con sustancias de las estrellas, está conformada por dos domos sellados uno de los cuales contiene en su interior hierro en polvo y el otro, azufre pulverizado. Estos domos, se encuentran acompañados de imanes rectangulares envueltos en tela.

#### ***Materiales empleados en la fabricación de la colección:***

- Cuatro domos elaborados en acrílico de diez centímetros de diámetro.
- 200 gr. de hierro en polvo.
- 200 gr. de azufre pulverizado.
- Pegante para plástico
- Imanes
- Tela
- Pegante para tela.

#### ***Procedimiento de fabricación:***

Se toman dos de los domos y se les introduce el polvo de hierro y en los dos restantes el azufre pulverizado. Luego se sellan uniéndolos por su base, de modo que configuren una forma semejante a una esfera, empleando el pegante para plástico que debe ser calentado para garantizar su consolidación, para lo cual se requiere de una máquina termo selladora. Posteriormente, se envuelve cada uno de los imanes en tela para evitar que liberen esquirlas que puedan causar heridas en quienes los usen y para evitar que rayen los domos. Finalmente se pega esta tela a los imanes, empleando un pegante convencional resistente.

***Uso de los objetos que integran la colección:***

Esta colección cuenta con una bolsa de tela que permite su transporte de manera sencilla a la vez que protege los objetos que la integran.

Su utilidad radica en ser una herramienta que permite explicar fenómenos relacionados con el magnetismo, puesto que si se acercan a la superficie del domo que contiene hierro, imanes de diferentes tamaños, la cantidad de polvo de hierro atraída variará, lo cual, permitirá reflexionar sobre los campos magnéticos.

También, esta colección permite abordar las diferencias entre los elementos químicos, especialmente entre los metales y los no metales. Por último, estos objetos pueden ser utilizados como analogías de estrellas, aclarando que se trata de una comparación imperfecta, debido a que la producción de un material determinado dentro de una estrella, se genera en su núcleo y no se desplaza por el interior de esta, como ocurre con estos domos.

***Aplicación sensorial de la colección:***

Los objetos que componen esta colección, pueden ser percibidos a través del sentido del tacto, al notar como el imán atrae al polvo de hierro y como no genera ninguna adherencia con el azufre. Este fenómeno también puede ser captado a través del sentido de la vista. Adicionalmente, al acercar el imán al polvo de hierro y aplicar el oído a la superficie del domo, es posible escuchar un tenue sonido causado por el desplazamiento del material.

Observaciones y recomendaciones:

Esta colección fue concebida originalmente para representar estrellas y las sustancias que en ellas se producen. Sin embargo, una vez finalizada, surgió otra aplicación que permitía indicar el funcionamiento del magnetismo y la diferencia existente entre los metales y los no metales.

## 7. DESCRIPCIONES DE LOS PROCESOS Y SUS RESULTADOS

A continuación se encuentran descritas las actividades que se desarrollaron al principio del proyecto y durante el transcurso de diciembre de 2015 y enero de 2016. Estas últimas cinco sesiones fueron destinadas a implementar algunos objetos de las colecciones de la sensoroteca astronómica para el Planetario de Bogotá.

Los primeros meses del proyecto se destinaron a siete charlas realizadas con el personal que trabaja en estas instalaciones donde se abordaron nueve temas: *la multisensorialidad, las descripciones, las colecciones, la narrativa personificada, la narrativa con personaje humano, el mito, la sinestesia, el tiempo y el espacio.*

De estos encuentros se esperaba obtener información sensorial para el desarrollo del proyecto. Así las primeras charlas sobre la sensoroteca, se destinaron a conocer las experiencias previas con la sensorialidad en las actividades diarias con el grupo de mediadores del Planetario, sin embargo se obtuvo muy poca información sobre estos tópicos y esta situación dio lugar a la creación de unas colecciones basadas en la experiencia previa con objetos de uno de los integrantes del proyecto (persona invidente), quien pretendió desde un principio que la multisensorialidad sería el eje principal del proyecto, es decir, la posibilidad de abordar un objeto y un discurso por más de dos sentidos.



De esta manera, familiarizados con procesos de aprendizaje multisensorial, por medio de la creación de conjuntos de objetos así como de experiencias con grupos de personas con discapacidad, propusimos colecciones que propiciaran contenidos y discursos científicos relevantes.

## 8. EXPERIENCIAS

Se realizaron cinco experiencias multisensoriales en diciembre de 2015; el día 4 de diciembre (con población en condición de discapacidad) pertenecientes a talleres Esperanza en Bogotá Colombia, otro sobre topologías el día 5 de diciembre, el tercero el día 12 de diciembre sobre el planisferio de Mercurio con público general en el Planetario y el cuarto, también con público general el día martes 15 de diciembre basado en el rompecabezas lunar. El quinto taller se llevó a cabo el día 20 de enero y a este asistieron cinco personas con discapacidad visual a quienes se les presentaron cuatro de las cinco colecciones elaboradas para evaluar su funcionalidad.

Respecto al taller desarrollado con población con discapacidad, este se llevó a cabo el día 5 de diciembre de 2015, en las instalaciones de Talleres Esperanza. Consistió en un taller multisensorial sobre la colección del rompecabezas lunar. Dentro de un salón de este escenario, desarrollamos una metodología donde se le dió la voz a cada uno de los integrantes del grupo para hablar de su exploración, reconociendo poco a poco las texturas que configuraban el planisferio lunar. Dicha experiencia estimuló el sentido del tacto y la expresión y la creación de una población con discapacidad cognitiva.

Primero reconocimos cada textura por medio de copias elaboradas en papel pergamino cuero, (repujados de varias zonas del planisferio Lunar). Así, reconocimos en lo cóncavo los mares, en lo convexo las montañas y en los altos y bajos relieves los cráteres.

La experiencia duró aproximadamente una hora y media pues participaron todos a su propio ritmo e interés. Quienes participaron en el taller fueron creando narrativas de exploración a través del tacto y la vista. Algunos de ellos recorrieron toda la pieza con las manos, estimulándose así el sentido visoespacial y reconstruyeron las convenciones en la pieza completa, luego de una exploración con la pieza pequeña. (Ver anexo 2, (video) taller de exploración de la colección rompecabezas lunar)

La segunda experiencia tuvo lugar en el planetario de Bogotá con público familiar. Estuvo destinada a socializar la colección de topologías a través de cintas elaboradas con velcro, en interacción con dos texturas para estimular el sentido de la vista y el tacto y establecer límites de una convención que poco se aborda por medio de procesos de diferenciación textural como lo es el color.

Se habló de conceptos astronómicos como el tiempo y el espacio y se presentaron algunas nociones básicas de la geometría euclidiana (la línea recta o plano, espacios no planos como la curva, y la figura de una sola orilla y una cara, cinta de moebius)

Esta interacción se dio a partir de la comprensión táctil de cintas rectas utilizadas para formar líneas paralelas, del empleo de otras cintas circulares como variación de la recta y del uso de otras en forma de cinta de moebius, donde se percibe el color a través del cambio en el recorrido textural.

Como resultado los adultos de la familia además de crear narrativas sobre nuevos espacios y tiempos pudieron dar nombre a sus creaciones pero tuvieron poca exploración de las cintas. En cambio, un niño de aproximadamente 6 años hizo una gran interacción con las cintas y se expresó por medio del dibujo, no contó con sus palabras lo vivido pero lo hizo plásticamente haciendo relaciones con el color y la forma.

La exploración del color se hizo visotáctilmente pues aunque este se podía ver, la intención era generar una analogía con el cambio de texturas en su recorrido con las manos para saber que era equivalente el cambio de textura con la variación de color.

Esta experiencia es fundamental para el caso de personas de baja visión o invidentes que piensan en el color a través de procesos sensoriales que implican la diferenciación a través del sentido del tacto.

En la tercera experiencia se hizo una exploración conjunta. Esta se destinó a la comprensión de la colección de los planisferios y se eligió el de Mercurio.

Se partió de la socialización del relato titulado “*Amanecer en Mercurio*” del autor Robert Silverberg, en la que un grupo de exploradores viaja a Mercurio y en el trayecto el piloto de la nave sufre un raptó de locura; fué reemplazado por alguien inexperto y este aterrizó en una zona donde en menos del tiempo esperado, la tripulación de la nave quedó expuesta al aumento de temperatura ocasionado por la aparición del sol. Por esta razón, debieron salir hullendo del planeta.

El cuento permitió saber sobre las relaciones espaciales del planeta con relación al sol y a su propia rotación. Esta narrativa se abordó para generar un interés más amplio en la exploración conjunta sobre el planisferio y permitió que surgieran preguntas como: ¿Hay agua en el polo sur de mercurio? ¿Por qué no se ha explorado más este planeta? ¿Qué se sabe acerca de otros planetas?.

Esta experiencia se llevó a cabo con dos personas del público general. La exploración fue de interés multisensorial puesto que implicó al sentido del tacto y al de lavista. (Ver anexo 1, catálogo de objetos que integran la sensoroteca astronómica)

La cuarta experiencia, se realizó en la sala de juntas del planetario. Tuvo una duración de dos horas en las que cuatro participantes adultos participaron de la creación de una campaña para publicitar la exploración de la Luna.

En primer lugar, se indagó sobre conceptos básicos que traían los participantes sobre la Luna de los cuales se encontró que era un satélite, que contenía muchos cráteres, que no contenía luz propia, que no había oxígeno, que la gravedad era

menor que en la tierra, que en la actualidad se ha encontrado agua en los polos de su superficie, que gira alrededor de la tierra, y que otros planetas tienen muchas lunas.

De esta manera, se dio inicio a un taller donde se preguntó sobre las cualidades que podrían promocionarse para hacer un viaje a la luna como se hace actualmente con el planeta Marte. Se dijo que en realidad no es muy atractivo ir a un espacio lleno de cráteres del que no se sabe mucho y que en conclusión se espera que se amplie más sobre lo que se sabe del satélite para poder prepararse con las condiciones necesarias para ir allá.

El siguiente paso consistió en armar la colección del rompecabezas Lunar y se les pidió a quienes participaron que eligieran una pieza para explorar táctilmente los accidentes del relieve presentes en ella. Los participantes señalaron que en los accidentes presentes en cada una de las piezas parecían charcos, de lo que se concluyó que existen varios mares en su relieve pero que en ninguno hay agua.

También se dirigieron varias preguntas relacionadas con la actividad Sísmica en la Luna a quien orientaba el taller: ¿En la Luna Hay volcanes?, ¿En la Luna hace frío o hace calor?, ¿Hay diferencias entre la cara de la Luna cercana a la Tierra y su cara lejana?, ¿A qué distancia se encuentra la Luna de la Tierra? (Ver anexo, catálogo de objetos que integran la sensoroteca astronómica)

La quinta experiencia tuvo lugar el día 20 de enero de 2016 en la sala múltiple del Planetario, en ella se realizó un taller multisensorial con la participación de un

grupo de cinco personas con discapacidad visual. El propósito de este taller consistió en dar a conocer y someter a prueba cuatro de las cinco colecciones que integran la sensoroteca astronómica desarrollada para esta institución.

El taller inició con la presentación de la colección de topologías (cintas), y se presentó una breve explicación sobre la geometría Euclidiana. El público asistente señaló que consideraba ingenioso el método ideado para explicar información geométrica y resaltó la utilidad de representar los colores presentes en los objetos destinados a indicar las diferentes superficies de las figuras con texturas.

En segundo lugar se empleó la colección de los cinco planisferios. Inicialmente se dio una exploración libre encontrando que los participantes no encontraban información relevante que explicara las diferencias del relieve que estaban explorando, por tanto fue necesario contar con un acompañamiento del tallerista para comprender la información contenida en ellos, lo que explica que los objetos por si solos no se explican sino que requieren del discurso, se intercambiaron los planisferios y se notó que a medida que se iba interactuando con cada planisferio se hallaban diferencias y se lograba identificar cada uno. Esta exploración consumió la mayor parte del tiempo puesto que a medida que se le entregaba un planisferio a cada persona participante era necesario indicarle los elementos más relevantes contenidos en la lámina que estaba abordando. En consecuencia, fue indispensable utilizar un promedio de cinco minutos por persona para explicar cada planisferio y luego rotarlos cada uno de ellos con la intención de permitir que

todas las personas participantes conocieran el total de planisferios. Se concluyó que el planisferio que sentieron más cercano y el que más les gustó fue el del planeta tierra y que les hubiera gustado encontrar convenciones que permitieran su exploración sin tener la explicación del tallerista.

En tercer lugar, se presentó la colección del rompecabezas lunar, el cual solo fue dado a conocer sin que se realizara una actividad específica alrededor de este puesto que no se contaba con el tiempo suficiente para permitir su ensamblaje y análisis detallado, sin embargo hablaron de que les hubiera gustado la experiencia de armarlo.

Por último, fueron empleados 2 domos con sustancias de las estrellas a partir de los cuales se realizó una actividad dirigida donde tenían que descubrir cuál contenía hierro y cuál contenía azufre, para esto se implementó el uso de una colección de 5 imanes, que al pasarlos por los domos se pegaban sobre su superficie atrayendo el hierro, luego de descubrir el contenedor de sensaciones magnéticas se solicitó que buscaran la manera de dejara caer la limadura dentro del domo y escuchar ese sonido parecido a un estallido o explosión. Para esta actividad nos dimos cuenta que es fundamental que no halla ningún objeto en las orejas o cerca de ellas, porque en la interacción con los imanes se pueden jalar aretes, orejeras o incluso cadenas.

Algunas de las observaciones más relevantes presentadas por quienes participaron en este taller fueron la necesidad de contar con información que



acompañe a los planisferios de modo que estos puedan ser abordados de forma autónoma, desearon haber contado con más tiempo para poder abordar de forma amplia la colección del rompecabezas lunar, les sorprendió la analogía hecha entre los domos con sustancias astronómicas y las estrellas puesto que en general la manera como las imaginaban era como cuerpos dotados de una serie de puntas distribuidas alrededor de un centro. Afirmaron que el planeta que más les había gustado era la tierra, debido incluso a la textura del planisferio mientras que en Venus encontraron que su textura era áspera y daba una sensación desagradable. (ver anexo 2 video encuentro personas con discapacidad visual)

## 9. EVALUACIÓN

Salida	Indicador	Medida(s)	Fuente de Datos	Nivel
Definición, estructuración e Implementación de la SENAST	Conceptualización SENAST	* Búsqueda Bibliográfica, propuesta para iniciar la indagación de contenidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>★ Grabación fotos y Video de las sesiones</li> <li>★ Documento informe final SENAST</li> </ul>	L1
		* Sesiones personal Planetario de Bogotá (Mediadores y profesionales pedagógicos)		
	Construcción Objetos SENAST	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Indagación materiales</li> <li>* Definición de las Colecciones</li> <li>*Elaboración de los objetos</li> </ul>	Documento Manual de elaboración y Uso . Documento informe final SENAST	L1
	Implementación Colecciones SENAST	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Implementación colección Planisferios</li> <li>* Implementación colección Rompecabezas Lunar</li> <li>* Implementación Topologías</li> <li>* Implementación concentraciones olfativas para representar Magnitudes estelares</li> <li>* Implementación Colección de Domos con sustancias de las estrellas</li> </ul>	Documento informe final SENAST	L1

## 10. INVERSIÓN DEL PRESUPUESTO

A continuación se encuentra la relación de la inversión del presupuesto destinado para la construcción de la Sensoroteca Astronómica:

FECHA GASTO	CONCEPTO	VALOR TOTAL (COP)	VALOR TOTAL (Euros)
27/03/2015	Office Depot	\$10.550	4 €
31/10/2015	Botonia	\$24.000	9 €
31/10/2015	La Real LTDA	\$28.000	10 €
31/10/2015	Químicos Nueva Era	\$31.300	12 €
31/10/2015	Botonia	\$2.300	1 €
15/12/2015	Herrajes	\$57.000	21 €
19/12/2015	Homplast diseño	\$71.800	27 €
17/01/2016	Droguería Rosas	\$9.600	4 €
21/01/2016	Químicos e implementos	\$5.000	2 €
21/01/2016	Duque Saldarriaga y Cia	\$9.856	4 €
27/01/2016	Diseño y Fabricación Planisferios, Grabados Láser	\$2.000.000	744 €
27/01/2016	Diseño y fabricación luna con cortes Rompecabezas 2 caras grabado láser	\$480.000	179 €
27/01/2016	Estructuras para planetas, tubo metálico	\$750.000	279 €
	Diseño y elaboración de Objetos de la Sensoroteca astronómica	\$7.000.000	2.604 €
	Desarrollo del proyecto (Producción de textos, talleres y charlas)	\$10.420.594	3.877 €
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>		<b>\$20.900.000</b>	<b>7.775 €</b>

- *Consultar documento anexo: Soportes gastos*

La Sensoroteca Astronómica contó con una inversión total de 7.775 € (\$20.900.000) de los cuales se contó con una financiación del 42,4% por parte de la Unión Astronómica Internacional (IAU) correspondiente a 3.300 € (\$8.870.400), y el Instituto Distrital de las Artes-IDARTES financió el 57,6% correspondiente a 4.475 € (\$12.029.600)

<b>FINANCIACIÓN DEL PROYECTO</b>			
	<b>VALOR (COP)</b>	<b>VALOR (€)</b>	<b>%</b>
Total Inversión Proyecto SENAST	\$20.900.000	7.775 €	100%
Unión Astronómica Internacional IAU	\$8.870.400	3.300 €	42,40%
Instituto Distrital de las Artes-IDARTES Planetario de Bogotá.	\$12.029.600	4.475 €	57,60%

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbot, Edwin A. (1999) Planilandia: una novela de muchas dimensiones. pp.1-69 consultao en: <http://mimosa.pntic.mec.es/jgomez53/docencia/abbott-planilandia.pdf>
- De Samaranch, francisco. (2016) Aristóteles. Sobre los sentidos la Memoria y el Recuerdo. pp.1-51 consultao en: [http://recursosbiblio.url.edu.gt/publiciqlg/Libros\\_y\\_mas/2015/10/lib/del\\_sentido.pdf](http://recursosbiblio.url.edu.gt/publiciqlg/Libros_y_mas/2015/10/lib/del_sentido.pdf)
- Brawn E. El saber y los sentidos.
- Calvino, Italo (1974). Colección de Arena. pp. 1-79
- Colmenares Jorge A (2011). el Museo Multisensorial, Boletín Museo del Oro, pp 25-43. Consultado en: <http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/bmo55colmenares.pdf>
- Colmenares Jorge A. (2014). Los Sentidos de la Percepción en Diecisiete Poemas de José Agustín Goytisolo. Revista Mitologías hoy (9), pp 230-243. Consultado en: <http://revistes.uab.cat/mitologias/article/view/v9-colmenares/133>
- Hakerman Diane (1992). Una Historia Natural de los sentidos. Anagrama, pp. 1-361
- Harrison John (2004). El Extraño Fenómeno de la Sinestesia, pp 1-113.
- Quijano, Manuel (2001). La percepción y los órganos de los sentidos. UNAM (44) pp.1-4. Consultado en: <http://www.ejournal.unam.mx/rfm/no44-1/RFM44101.pdf>
- Rincón T. Aprender con el Cerebro.
- Silverberg Robert (2016) . Amanecer en Mercurio. Consultado en: <http://190.186.233.212/filebiblioteca/Ciencia%20Ficcion%20-%20Fantasia%20-%20Terror%20-%20Policiales/-%20Robert%20Silverberg/Robert%20Silverberg%20-%20Amanecer%20en%20Mercurio.htm>
- Soler Miquel A. (1999) Didáctica Sensorial de las Ciencias. ONCE, pp-1-141.
- Geometrías euclidianas y no euclidianas (2016). Consultado en: <http://www.matematicasyfilosofiaenlaula.info/Epistemologia%202009/Geometria%20Euclidiana%20y%20Geometrias%20no%20Euclidianas.pdf>