

DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA EXPERIENCIA QUE EXPLICA DE MANERA  
INTERACTIVA UNA EXCAVACIÓN PALEONTOLOGICA DE FÓSILES PARA EL  
MUSEO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EXPLORA.

OLGA LUCIA BARRIENTOS ISAZA

JULIANA SANTA MARIA OSPINA

UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO  
MEDELLÍN  
2006

DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA EXPERIENCIA QUE EXPLICA DE MANERA  
INTERACTIVA UNA EXCAVACIÓN PALEONTOLOGICA DE FÓSILES PARA EL  
MUSEO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EXPLORA.

OLGA LUCIA BARRIENTOS ISAZA  
JULIANA SANTA MARIA OSPINA

Proyecto de grado

Asesor

Jorge Alberto Calle D'Alleman  
Ingeniero Mecánico  
Administrador de Negocios  
Especialista en Finanzas

UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO  
MEDELLÍN  
2006

Nota de aceptación

---

---

---

Presidente del jurado

---

Firma del presidente de jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Medellín, 13 de Octubre de 2006

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a todas aquellas personas que colaboraron en el desarrollo de este proyecto, especialmente a:

Jorge Alberto Calle D"Alleman, asesor del proyecto de grado, por su apoyo y contribución durante todo su desarrollo.

Juan Camilo Gómez Tobón, por su disponibilidad y asesoría en la construcción del prototipo.

Hugo Murillo, por su asesoría para el desarrollo de la fase electrónica del proyecto.

Al personal del Centro de Laboratorios de la Universidad EAFIT, por la colaboración en la construcción del prototipo.

A nuestras familias por su apoyo incondicional.

## CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	III
LISTA DE FIGURAS .....	IV
LISTA DE ANEXOS .....	VII
GLOSARIO .....	VIII
RESUMEN .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	15
1 ANTEPROYECTO .....	16
1.1 ANTECEDENTES .....	16
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	20
1.3 OBJETIVOS .....	24
1.3.1 Objetivo general.....	24
1.3.2 Objetivos específicos.....	24
1.4 ALCANCE Y PRODUCTOS.....	25
2 MARCO TEORICO .....	27
3 MARCO CONCEPTUAL .....	44
4 CLARIFICACIÓN DE LA TAREA .....	50
4.1 BRIEF .....	50
4.1.1 Antecedentes .....	50
4.1.2 Justificación .....	53
4.1.3 Objetivo general y específicos .....	55
4.1.4 Perfil del usuario .....	55
4.2 PDS.....	58
5 DESARROLLO DEL CONCEPTO .....	63
5.1 DISEÑO CONCEPTUAL.....	63

5.1.1	Caja negra .....	63
5.1.2	Estructura funcional .....	64
5.1.3	Matriz morfológica.....	66
5.2	GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	68
6	DESARROLLO DEL PRODUCTO.....	83
6.1	DISEÑO Y DESARROLLO DE LA CATA .....	89
6.1.1	Construcción de modelo y prototipo.....	103
6.2	DISEÑO Y DESARROLLO DEL ÁREA DE ARMADO .....	104
6.3	DISEÑO Y DESARROLLO DEL ESPACIO .....	113
6.4	MANTENIMIENTO.....	123
6.5	GUIÓN DE INTRODUCCIÓN.....	124
6.6	GUÍA ILUSTRATIVA DE LA EXPERIENCIA.....	130
7	CONSULTA A EXPERTOS.....	132
	CONCLUSIONES .....	140
	BIBLIOGRAFIA.....	147

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Pasos para una excavación paleontológica .....	30
Tabla 2: Experiencias similares alrededor del mundo.....	32
Tabla 3: Imágenes de experiencias paleontológicas y arqueológicas similares ....	34
Tabla 4: PDS definitivo de la experiencia. ....	59
Tabla 5: Matriz morfológica área de excavación.....	67
Tabla 6: Atributos alternativas de diseño .....	78
Tabla 7: Matriz de evaluación de alternativas de diseño. ....	82
Tabla 8: Ventajas y desventajas de los mecanismos propuestos para la cata. ....	92
Tabla 9: Evaluación cuantitativa de los mecanismos propuestos para la cata. ....	93
Tabla 10: Simulación mecanismo en Working Model. ....	96
Tabla 11: Pesos de las rocas y contrapesos. ....	99
Tabla 12: Especificaciones técnicas motoreductor. ....	99
Tabla 13: Especificaciones técnicas máquina de humo F 650 .....	102
Tabla 14: Proceso de construcción del prototipo .....	103
Tabla 15: Story board .....	128

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa conceptual teorías del aprendizaje. ....	37
Figura 2: Caja negra del área de excavación. ....	63
Figura 3: Caja negra del área de armado del esqueleto. ....	63
Figura 4: Estructura funcional .....	64
Figura 5: Alternativas para el área de armado .....	70
Figura 6: Alternativa de diseño 1. ....	71
Figura 7: Alternativa de diseño 2. ....	71
Figura 8: Alternativa de diseño 3. ....	72
Figura 9: Alternativa de diseño 4. ....	72
Figura 10: Alternativa de diseño 5. ....	73
Figura 11: Alternativa de diseño 6. ....	73
Figura 12: Alternativa de diseño 7. ....	74
Figura 13: Alternativa de diseño 8. ....	74
Figura 14: Alternativa de diseño 9. ....	75
Figura 15: Alternativa de diseño 10. ....	75
Figura 16: Alternativa de diseño 11. ....	76
Figura 17: Alternativa de diseño 12. ....	76
Figura 18: Alternativa de diseño 13. ....	77
Figura 19: Alternativa de diseño 14. ....	77
Figura 20: Render propuesta escenografía alternativa seleccionada. ....	84
Figura 21: Propuesta distribución espacial. ....	85
Figura 22: Pasos para encontrar el fósil. ....	86
Figura 23: Efectos especiales de la propuesta de diseño. ....	87
Figura 24: Área de armado del esqueleto 3D. ....	88
Figura 25: Alternativa piñones cónicos. ....	89
Figura 26: Alternativa eléctrica (motores independientes). ....	90

Figura 27: Alternativa neumática 1. ....	90
Figura 28: Alternativa neumática 2. ....	91
Figura 29: Alternativa con árbol de levas. ....	91
Figura 30: Alternativa con mecanismo de barras. (manivela deslizador). ....	92
Figura 31: Geometría cata. ....	94
Figura 32: Maqueta de la cata escala 1:2. ....	94
Figura 33: Secuencia apertura de las rocas. ....	95
Figura 34: Ángulo de apertura de las rocas. ....	96
Figura 35: Desarrollo geométrico del mecanismo de barras. ....	97
Figura 36: Componentes mecanismo en cada ala. ....	98
Figura 37: Diagrama de flujo programación electrónica. ....	100
Figura 38: Plano del PIC. ....	101
Figura 39: Activación de los microsiches. ....	102
Figura 40: Fósil hallado al interior de la cata. ....	103
Figura 41: Ubicación del cronosaurio en la experiencia. ....	105
Figura 42: Partes sistema fijación área de armado. ....	106
Figura 43: Partes del cronosaurio. ....	107
Figura 44: Geometría piezas principales del cronosaurio. ....	108
Figura 45: Ensamble piezas secundarias. ....	108
Figura 46: Sistema de ensamble entre piezas halladas y esqueleto principal. ....	109
Figura 47: Modelo de la aleta delantera del cronosaurio. ....	109
Figura 48: Piezas halladas por cada uno de los equipos. ....	110
Figura 49: Luces en zonas de excavación. ....	111
Figura 50: Luces cuando gana equipo A. ....	112
Figura 51: Luces cuando gana equipo B. ....	112
Figura 52: Board yacimientos paleontológicos. ....	113
Figura 53: Capas estratigráficas. ....	114
Figura 54: Grietas y texturas en el escenario. ....	115
Figura 55: Ubicación de la cata con relación al piso rocoso. ....	116

Figura 56: Delimitación de las áreas delicadas.....	117
Figura 57: Ubicación del área de armado en el escenario.....	118
Figura 58: Visualización desde el exterior. ....	119
Figura 59: Proyección video de introducción. ....	120
Figura 60: Cinturón. ....	121
Figura 61: Espacio para el almacenamiento de las herramientas.....	121
Figura 62: Disposición de los elementos dentro del escenario. ....	122
Figura 63: Vista total de la experiencia. ....	123
Figura 64: Mantenimiento de la cata.....	124

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1. Proceso de generación de alternativas en formato digital.

Anexo 2. Planos de la cata.

## GLOSARIO

**ANATOMÍA:** (del griego, anatomē, 'disección'), rama de las ciencias naturales relativa a la organización estructural de los seres vivos. Es una ciencia muy antigua, cuyos orígenes se remontan a la prehistoria. Durante siglos los conocimientos anatómicos se han basado en la observación de plantas y animales diseccionados.

**ARQUEOLOGÍA:** (gr. archaiología; v. arqueo- + -logía) f. Ciencia que estudia las civilizaciones antiguas a través de los monumentos y objetos de arte, utensilios, etc. que han perdurado. (c) 1995 Biblograf, S.A., Barcelona.

**BRIEF:** El Brief es un documento completo y exhaustivo que tiene como fin orientar a la empresa ó al grupo de profesionales que intervienen en el proceso de desarrollo de un producto (ingenieros, diseñadores, gerencia, etc.) a alcanzar un objetivo.

**CARTOGRAFÍA:** (carto- + -grafía) f. Arte de trazar cartas geográficas. 2 Ciencia que las estudia. (c) 1995 Biblograf, S.A., Barcelona.

**CATA:** Cuadrícula de terreno, de diferentes medidas, en las que se divide un yacimiento para su excavación.

**CRETACEO:** adj.-m. Tercer y último período geológico de la era secundaria o mesozoica que sigue al jurásico, y terreno a él correspondiente. (c) 1995 Biblograf, S.A.

CRONOSAURIO: Depredador marino que podía medir hasta 12 metros de largo, proveniente de un reptil terrestre y perteneciente al periodo cretáceo, con una edad que oscila entre 115 y 90 millones de años atrás.

ESTRATIGRAFÍA: Rama de la geología cuya finalidad es el estudio de las rocas vistas como capas o estratos. Centrada en especial en las rocas sedimentarias, la disciplina se ha extendido a todos los tipos de rocas y a sus interrelaciones, en especial las cronológicas. Enciclopedia Microsoft(R) Encarta(R) 98. (c) 1993-1997 Microsoft Corporation.

FÓSIL: (lat. fossile, sacado de la tierra) adj.-m. Ser orgánico cuyos restos petrificados se encuentran en los antiguos depósitos sedimentarios de la corteza terrestre; p. ext., impresión o vestigio que denota la existencia de organismos de una época geológica distinta de la actual: ~ viviente, especie que es descendiente directa de otras ya extinguidas. (c) 1995 Biblograf, S.A., Barcelona.

GEOLOGÍA: (geo- + -logía) f. Ciencia que trata de la historia de la Tierra y de la constitución, origen y formación de los materiales que la componen. (c) 1995 Biblograf, S.A., Barcelona.

PALEONTOLOGÍA: (paleo- + gr. on, ontos, ser + -logía) f. Ciencia que trata de los seres orgánicos cuyos restos se encuentran fósiles. (c) 1995 Biblograf, S.A., Barcelona.

PDS: El Product Design Specification, es una descripción precisa de "que" beneficios ofrece un producto. En términos técnicos esto no es otra cosa que las "demandas y deseos" expresados por los usuarios pero presentadas en términos de "requerimientos técnicos" de manera que estos permitan desarrollar alternativas de diseño en la etapa de conceptualización.

PLESIOSAURIO: (plesio- + -sauro) adj.-m. Reptil del género de los plesiosauros. 2 m. pl. Género de reptiles marinos gigantescos que vivieron en la era secundaria y de los cuales se han hallado algunos restos fósiles. (c) 1995 Biblograf, S.A., Barcelona.

PLIOSAURIO: reptil marino que vivió hace 145 millones de años, que por sus enormes dimensiones (podía medir hasta 15 metros) y potentes mandíbulas de afilados dientes, era uno de los grandes depredadores de era prehistórica.

PROSPECCIÓN: f. Exploración y sondeos previos de un terreno para reconocer su potencial paleontológico, arqueológico y/o minero. (c) 1995 Biblograf, S.A., Barcelona.

SALA COLOMBIA GEODIVERSA: Una de las 4 grandes salas que compondrá El Parque Interactivo Explora. Tiene como objetivo, explicar diferentes fenómenos naturales enmarcados dentro del contexto colombiano.

SERIE ESTRATIGRÁFICA: Sucesión de estratos con continuidad en el tiempo y separada de otras series por una discontinuidad estratigráfica.

TOPOGRAFÍA: (topo- + -grafía). Arte de describir y representar detalladamente la superficie de un terreno. 2 Conjunto de particularidades que presenta la superficie de un terreno. (c) 1995 Biblograf, S.A., Barcelona.

YACIMIENTO: (de yacer) m. Sitio donde se halla naturalmente una roca, un mineral o un fósil. (c) 1995 Biblograf, S.A., Barcelona

## **RESUMEN**

En este proyecto se describe el diseño y desarrollo de una experiencia que explica como es una excavación paleontológica, para el Parque Explora.

El resultado del proceso realizado es una experiencia llamada “AVENTURA FÓSIL”, un juego enmarcado en un yacimiento paleontológico en Villa de Leyva, que explica a los usuarios del Parque EXPLORA que es y como se realiza una excavación paleontológica, donde por medio del juego y la competencia se pretende crear asombro, diversión y aprendizaje en el visitante, creándoles curiosidad por aprender más.

La experiencia está basada en la competencia entre dos equipos, donde cada uno de sus integrantes debe encontrar los restos fósiles de un cronosaurio en sus respectivas zonas de excavación; estos fósiles hallados los deben ubicar en un esqueleto principal ubicado en el medio de la escenografía; el equipo que logre realizar estas actividades en el menor tiempo será el equipo ganador. Para lograr esto de manera óptima, el concepto fue desarrollado en tres etapas: área de excavación (parte principal que se desarrolla en el proyecto), área de armado y escenografía; la relación entre estos elementos forman una experiencia única e inolvidable para los visitantes.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un concepto que explique de manera divertida los conceptos relacionados con la paleontología, una propuesta innovadora y diferente a las demás experiencias desarrolladas alrededor del mundo; todo esto con el fin de presentar al grupo creativo de EXPLORA una propuesta que cumple con los objetivos del museo y es totalmente diferente a los esquemas utilizados en otras experiencias paleontológicas existentes.

## INTRODUCCIÓN

Con el nuevo modelo de ciudad, donde se busca que la comunidad tenga un fácil acceso a espacios para el esparcimiento, el aprendizaje, la diversión y todo lo que pueda servir para el desarrollo del potencial, nace en la ciudad, la idea de construir el Parque Interactivo de Ciencia y Tecnología Explora, como un proyecto estratégico del Plan de desarrollo 2001-2007 de Medellín y de su plan de ordenamiento territorial. Este parque está concebido como un espacio lúdico, creador e integrador de ciudad, el cual está orientado hacia el libre aprendizaje de la ciencia y la tecnología, dirigiéndose de esta manera a las necesidades y al nuevo concepto de ciudad que se ha desarrollado en Medellín desde los últimos años. Su principal objetivo es que niños, jóvenes y en general toda la ciudadanía, a través de espacios innovadores, programas y experiencias, tengan un mayor contacto con la ciencia, la tecnología y la posibilidad de aprender haciendo y divertirse aprendiendo, para de esta manera adquirir un mayor conocimiento mediante el asombro, el descubrimiento y la diversión<sup>1</sup>.

El desarrollo de este proyecto surge dada la oportunidad presentada por el grupo creativo de Explora a los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto, de participar llevando a cabo un proceso de diseño y desarrollo de producto sobre alguna experiencia, para ser ubicado en el museo.

El objetivo es desarrollar una experiencia que explique de manera interactiva como es una excavación paleontológica para la sala Colombia Geodiversa del Parque Explora, haciendo una aplicación de los conceptos,

---

<sup>1</sup> Basado en la Misión del Parque Explora; escrita en una presentación en PowerPoint del museo, la cual fue expuesta por Andrés Roldán cuando propuso a los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto participar en el diseño y desarrollo de experiencias como Proyecto de Grado.

habilidades y metodologías adquiridas durante el pregrado de Ingeniería de Diseño de Producto; de esta manera no solo se cumple con un requisito para aspirar al título de Ingeniero de Diseño, sino que es una oportunidad de hacer parte de un proyecto que aporta a la sociedad y al nuevo modelo de ciudad.

En este trabajo se presenta todo el proceso llevado a cabo durante un año de desarrollo y que dio como resultado la propuesta de la experiencia “AVENTURA FOSIL”, la cual será presentada al grupo creativo de EXPLORA. En este informe se exponen los resultados de todas las investigaciones, decisiones de diseño e ingeniería, análisis y modelaciones realizadas durante el desarrollo del proyecto.

El informe se encuentra organizado de acuerdo al orden del proceso de diseño llevado a cabo. En la primera parte se desarrolla el marco teórico y conceptual donde se presentan los resultados de las investigaciones sobre paleontología, experiencias similares desarrolladas alrededor del mundo y de las teorías de aprendizaje empleadas en los museos interactivos de ciencia y tecnología, con su respectiva aplicación al desarrollo de la experiencia.

La segunda parte abarca la clarificación de la tarea y el desarrollo del diseño conceptual que son los insumos para la generación, evaluación y selección del concepto, desarrollados en la tercera parte del informe. Por último se presenta todo el desarrollo del concepto seleccionado, desde el diseño de detalle hasta finalizar con la construcción del prototipo.

## 1 ANTEPROYECTO

### 1.1 Antecedentes

En los últimos diez años ha comenzado a recrearse en el país, un modelo de desarrollo de ciudad, ejemplificado por Bogotá, que consiste en “construir una ciudad más adecuada a la realidad colombiana y a sus aspiraciones, diferente al modelo que ha imperado durante los últimos noventa años en América Latina, más sostenible en lo ambiental y en lo social”<sup>2</sup>, que contribuya a la igualdad, la integración, la calidad de vida, la autoestima, el sentido de pertenencia y los valores; con fácil acceso a espacios verdes, amplios parques, bibliotecas, campos deportivos, espacios peatonales, etc.; es decir, espacios para el esparcimiento, el aprendizaje, la diversión y todo lo que pueda servir para el desarrollo del potencial de la ciudadanía, mediante el uso de un transporte público de mayor calidad que facilite el encuentro ciudadano en los espacios urbanísticos.

Los principales elementos para el logro de este modelo de ciudad son: la obtención de terrenos de propiedad pública para parques y proyectos de vivienda popular; restricciones del uso del transporte particular durante las horas pico; acceso a abundantes parques, plazas, espacios públicos peatonales (amplias aceras sin desniveles), ciclo-rutas; entre otros, para lograr un entorno urbano sano y con personas en la calle.

Todo lo anterior para ofrecer, en la ciudad, espacios públicos de alta calidad que contribuyan a la integración social y al encuentro de todos los miembros de una sociedad, sin importar su rango socioeconómico; ya que “las ciudades se hicieron

---

<sup>2</sup> Enrique Peñalosa. Documento la Ciudad y la Igualdad. [www.porelpaisquequeremos.com](http://www.porelpaisquequeremos.com).

para la gente”<sup>3</sup>. La idea de este modelo no solo es propiciar una sociedad incluyente, sino también permitir al ciudadano de menores ingresos, disfrutar de espacios de esparcimiento y diversión en la ciudad, para que este y su familia tengan alternativas diferentes a ver televisión y a salir a espacios con bajas condiciones de seguridad, bienestar y respeto por el ser humano.

Consecuente con lo anterior, en las dos últimas alcaldías de Medellín, ha comenzado a despertarse gran interés hacia este modelo, ya que se puede reconocer la búsqueda de una ciudad más abierta a la cultura y al urbanismo. Pues, “el espacio público en Medellín es deficitario e incide en la marginalidad social y la segregación de la población que se evidencia en asentamientos humanos con altas densidades en la ocupación de territorio”<sup>4</sup>, lo cual se puede observar en algunos barrios que sobrepasan los 700 habitantes por hectárea y un índice crítico de espacio público de 2,23 m<sup>2</sup>/hab. en la zona nororiental, mientras el promedio urbano está en 4,01 m<sup>2</sup>/hab. en Medellín y 15 m<sup>2</sup>/hab. como meta nacional<sup>5</sup>. Es evidente que las áreas libres públicas que posee la ciudad, no alcanzan a ser aún espacios públicos de convocatoria o referentes sociales y culturales, y los pocos parques que se han construido en los últimos años crean la necesidad de conformar otros nuevos para barrios y diferentes zonas del Valle del Aburrá. Por esta razón en el Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín se ha definido un objetivo dirigido al espacio público de la ciudad, que tiene como meta “promover desde la generación y cualificación de espacio y edificios públicos, la construcción de lugares de encuentro e identidad que propendan por una construcción de la civilidad y permitan el desarrollo social, lúdico, cultural, productivo y competitivo de la ciudad”<sup>6</sup>, con proyectos como parques lineales a lo largo de frentes de agua o de diferentes vías (que articulen los barrios con los sistemas de movilidad), construcción de sistemas integrales de espacios públicos

---

<sup>3</sup> Enrique Peñalosa. Documento la Ciudad y la Igualdad. [www.porelpaisquequeremos.com](http://www.porelpaisquequeremos.com).

<sup>4</sup> Plan de ordenamiento territorial 2004 - 2007. Sergio Fajardo.

<sup>5</sup> Datos obtenidos del Plan de Ordenamiento Territorial 2004 - 2007. Sergio Fajardo.

<sup>6</sup> Componente espacio Público. Plan de Ordenamiento Territorial 2004 - 2007. Sergio Fajardo.

y de parques que cubran las necesidades de conectividad y la recreación de personas entre otros.

Dadas estas condiciones, nace en la ciudad la idea de construir el parque interactivo de ciencia y tecnología Explora, como un proyecto estratégico del Plan de desarrollo 2001-2007 de Medellín y de su plan de ordenamiento territorial. “Enmarcado en el desarrollo de varios programas estratégicos orientados a la renovación urbana, la educación, el medio ambiente, la cultura y la recreación para reflejar inteligencia, creatividad y eficiencia social, en sus contenidos, arquitectura, urbanismo y manejo de recursos ambientales”<sup>7</sup>. Con el fin de aportar un grano de arena al proyecto de construcción de una ciudad solidaria, incluyente, que se conecte con el mundo, rompa barreras y comprometa a las personas en su construcción; tal y como se plantea en la presente administración.

Este parque está concebido como un espacio lúdico, creador e integrador de ciudad, el cual está orientado hacia el libre aprendizaje de la ciencia y la tecnología, dirigiéndose de esta manera a las necesidades y al nuevo concepto de ciudad que se ha desarrollado en Medellín desde los últimos años. Su principal objetivo es que niños, jóvenes y en general toda la ciudadanía, a través de espacios innovadores, programas y experiencias, tengan un mayor contacto con la ciencia, la tecnología y la posibilidad de aprender haciendo y divertirse aprendiendo para de esta manera adquirir un mayor conocimiento mediante el asombro, el descubrimiento y la diversión<sup>8</sup>.

Ubicado en el sector nororiental de la ciudad, con fácil acceso al transporte (metro - otras rutas de transporte público) y rodeado de importantes infraestructuras

---

<sup>7</sup> Elemento tomado de una presentación en PowerPoint del museo Explora, la cual fue expuesta por Andrés Roldán cuando propuso a los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto participar en el diseño y desarrollo de experiencias como Proyecto de Grado.

<sup>8</sup> Basado en la Misión del Parque Explora; escrita en una presentación en PowerPoint del museo, la cual fue expuesta por Andrés Roldán cuando propuso a los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto participar en el diseño y desarrollo de experiencias como Proyecto de Grado.

culturales, educativas, de salud y de esparcimiento como el Planetario, el Jardín Botánico, la Casa Museo Pedro Nel Gómez, la Universidad de Antioquia y Nacional, el Hospital Universitario San Vicente de Paúl, las Clínicas del Seguro Social, el Parque Norte y de los Deseos; sector proyectado al desarrollo de varios programas dirigidos a la renovación urbana, la educación, el medio ambiente, la cultura y la recreación, en el cual Explora entra a jugar un papel importante dentro del nuevo concepto de ciudad y se integra a la intervención urbana dicha zona, que será un corredor cultural que enmarcará el proyecto vial de la Avenida Carabobo.

El entorno inmediato de Explora es la comuna 4 Aranjuez y la zona Nororiental, con 135.167 habitantes que podrán verse directamente beneficiados con los proyectos urbanos que se tienen planteados para esta zona (incluyendo el museo), ya que estarán muy cercanos a un ambiente seguro, cultural y educativo que espera tener consecuencias positivas para la comunidad. Otros beneficiarios serán los 5.761.175 de habitantes del departamento de Antioquia, en especial los 2.093.634 de habitantes de Medellín y sin la menor duda la población estudiantil, quienes podrán disfrutar del espacio innovador y lúdico que ofrece el parque interactivo.

Explora tendrá 16 mil metros cuadrados distribuidos en: sala infantil, laboratorio de medios, acuario, espacios complementarios, espacios abiertos interactivos, aulas taller y salas interactivas; donde es posible que cada usuario manipule, entienda y despierte su curiosidad de conocimiento hacia los conceptos que ofrece el museo mediante experiencias, imágenes, sonidos y textos.

Las salas interactivas son áreas donde se presentan experiencias que pretenden explicar diversos temas, a través de la interacción de los visitantes; para lograrlo el grupo creativo de Explora esta en búsqueda de equipo humano adicional que haga realidad las experiencias planteadas, cumpliendo con el objetivo principal del

museo. Dada la necesidad, Explora plantea a los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto, la oportunidad de participar de este proyecto para llevar a cabo un proceso de diseño y desarrollo de producto sobre alguna experiencia, para ser ubicado en el museo.

Colombia Geodiversa es una de las cuatro salas interactivas, que pretende que sus visitantes entiendan como funciona el planeta y realicen un viaje de exploración por los diferentes paisajes de Colombia; conformada por aproximadamente 35 experiencias, dentro de las cuales se encuentra “La Excavación Arqueológica de objetos humanos, o La Excavación Paleontológica de Fósiles”, la cual es el punto de partida de este proyecto de grado.

## 1.2 Justificación.

Partiendo de los antecedentes, el desarrollo de este Proyecto de Grado no solo es importante porque envuelve la realización de un fin académico y es un requisito indispensable para optar al título de Ingeniero de Diseño de Producto, sino que también involucra un fin social que no solo parte del concepto de enseñar y despertar curiosidad por saber mediante la interacción y la lúdica, con una experiencia como la excavación de objetos o fósiles; parte además del concepto de la búsqueda de mayores y mejores espacios para la ciudadanía, donde es necesario conocer y analizar al posible visitante, para llamar su atención e invitarlo a que participe en el descubrimiento, el asombro y la diversión de la experiencia como tal, del Parque Explora y de la ciudad. Es un pequeño aporte que contribuirá a que este fenómeno comience a recrearse en Medellín.

El funcionamiento de ésta experiencia y de cualquier otra que se encuentre instalada en alguna sala interactiva, es un aporte a la sociedad ya que por medio de esto no solo se ve beneficiado el museo en sí, sino cada visitante y en general

la comunidad, pues se adquiere un medio para aprender y despertar la curiosidad de hacerlo a través de la diversión, el asombro y el descubrimiento. Adicionalmente, a través de la interacción con la experiencia que explica como debe realizarse una excavación de objetos o fósiles, el visitante puede recrearse en el contexto Colombiano, como el nombre de la sala lo indica (Colombia Geodiversa), y concientizarse de la importancia del patrimonio cultural e histórico del país, pues cada hallazgo que se encuentre en el territorio nacional debe ser informado a entes especializados que se encarguen de su cuidado y exhibición al resto de la comunidad. Otro factor relevante es que por medio de la interacción, el usuario puede observar la importancia de realizar un buen trabajo en equipo; pues el desarrollo de este proyecto involucra la creación de una actividad que integra todo un entorno (personas-escenario-objetos) para que cada visitante que participe de la experiencia pueda “aprender haciendo y divertirse aprendiendo”<sup>9</sup>.

La experiencia contribuye al aprendizaje de niños, jóvenes y adultos de toda la ciudad y el departamento sin discriminar su edad, raza o condición social; pero indudablemente es un medio muy importante de aprendizaje, diversión y lúdica para personas con bajos recursos económicos que no pueden acceder fácilmente a otros lugares fuera de la ciudad para adquirir nuevos conocimientos y ver cosas diferentes a su cotidianidad.

Para el museo Explora la realización de este proyecto de grado es un aporte importante, pues aunque solo está integrado por una experiencia ayuda a que el equipo creativo tenga que preocuparse por un proyecto menos entre todos los que integran cada sala. La utilidad de los resultados es buena desde todos los puntos de vista, desde la investigación de las excavaciones en sí, hasta el diseño de toda la experiencia (incluyendo la actividad de interacción entre visitantes), pues todo el proyecto provee información muy valiosa como la investigación de cómo se divierten y aprenden las personas con experiencias interactivas. El mayor

---

<sup>9</sup> Elemento tomado de la Misión del Parque Explora. Presentación en PowerPoint.

beneficio que espera el parque es encontrarse al final de todo el proceso, con una experiencia que realmente sorprenda a un usuario, lo divierta y le enseñe o por lo menos despierte su curiosidad por investigar y conocer más sobre las excavaciones ya sean de tipo arqueológico o paleontológico.

En cuanto a la disponibilidad de recursos, el proyecto se realizará hasta llegar a un prototipo, cuyo tamaño estará definido según el acuerdo al que se llegue con el equipo creativo de Explora. En caso de que este acuerdo no se lleve a cabo, se realizará un prototipo a escala que de igual manera dará a conocer la calidad de los resultados a los que se llegaron, ya que se cuenta con un proceso rico en conocimientos y aplicado a la Ingeniería de Diseño, que proporcionará importante información al equipo creativo de Explora con respecto a la experiencia seleccionada.

La realización de este proyecto trae de cualquier manera buenos resultados; en el peor de los casos, si no se elige la propuesta desarrollada en este proyecto de grado, para ser exhibida en la sala interactiva Colombia Geodiversa, se obtiene un importante fortalecimiento de los conocimientos adquiridos en el pregrado. Pero si por el contrario, es aceptada, las ventajas son mayores, ya que no solo el conocimiento está involucrado, sino también el reconocimiento individual (como equipo de trabajo) y colectivo (como Ingenieros de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT), la satisfacción de ver un producto en funcionamiento que esta logrando el principal objetivo del parque y que es una realidad que puede ser referenciada en la hoja de vida de cada uno de los participantes del proyecto de grado.

El diseño y desarrollo de una experiencia que explica de manera lúdica e interactiva como debe realizarse una excavación de objetos y/o fósiles, no es simplemente un resultado; es todo un proceso en el cual se aplican y se afirman los conocimientos adquiridos durante el pregrado de Ingeniería de Diseño de

Producto, pues se debe planear que se va a hacer, como, para que y cuando; es necesario realizar una investigación de mercados y de campo, analizar muy bien el contexto social y cultural del usuario para conocer que lo asombra, que lo divierte y como aprende; llevar a cabo un proceso de diseño como tal, tener criterios claros para evaluar la mejor alternativa, construir maquetas y prototipos, realizar diseño e ingeniería de detalle; entre otras actividades que están descritas en la metodología del proyecto.

La aplicación de cada actividad, su orden y procedimiento, ha sido el resultado de la consolidación y selección de los conocimientos adquiridos en cuanto a las metodologías utilizadas en cada uno de los proyectos de Diseño desarrollados durante la carrera; por esta razón este proyecto de grado constituye un fortalecimiento de criterios en cuanto al proceso de desarrollo de productos en la etapa final de la formación como Ingenieros de Diseño, que posteriormente se enfrentaran a una realidad donde el manejo que se le de al proceso de desarrollo de proyectos será la base para el desempeño laboral.

El nivel de exigencia de este proyecto es alto ya que alcanzar el objetivo principal del parque no es una tarea fácil, pues la experiencia realmente tiene que divertir, asombrar y enseñar al usuario los conceptos que se pretenden explicar, de manera que cada visitante disfrute tanto de la interacción que desee regresar a Explora y repetirla. Para lograrlo es necesario llevar a cabo un proceso muy disciplinado y conciente, que facilite la solución de los problemas u obstáculos que se presenten y propicie el encuentro de los resultados esperados por el equipo de trabajo y el parque, puesto que este proyecto no solo es un tema significativo para la vida profesional y personal de sus integrantes, sino también para el museo y finalmente para cada uno de los visitantes y la comunidad, quienes pueden encontrar en esa experiencia un espacio para el esparcimiento, el aprendizaje y un cambio de rutina.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general.

Diseñar y desarrollar la experiencia de la excavación de fósiles u objetos, por medio de la aplicación de métodos de diseño para lograr el asombro, el descubrimiento y la diversión mediante la interacción del usuario con la experiencia.

#### 1.3.2 Objetivos específicos.

- Investigar métodos, herramientas, tipos de hallazgos y características topográficas relacionadas con excavaciones paleontológicas, enmarcadas en la zona Andina Colombiana, mediante una investigación en fuentes primarias y secundarias, la cual será el punto de partida para el proceso de diseño y desarrollo de la experiencia.
- Efectuar métodos de campo, que permitan conocer la manera en la que las personas se asombran, descubren y aprenden; para hacer uso de los factores encontrados como una herramienta primordial durante todo el proceso de diseño.
- Realizar Brief y PDS de la experiencia, para proporcionar un direccionamiento claro y una serie de parámetros, sobre los cuales se fundamentará el desarrollo de todo el proyecto; esto mediante una previa investigación paleontológica.
- Definir un referente de diseño, mediante la elaboración de mood board y alfabeto visual, para la contextualización de la experiencia.
- Desarrollar y generar diferentes alternativas de diseño, para encontrar diversas soluciones para la experiencia; esto con ayuda de sketches, herramientas de dibujo y expresión gráfica.

- Evaluar las alternativas de diseño para elegir la que mejor cumpla con los objetivos del museo, basada en criterios específicos del PDS.
- Establecer unas reglas de juego y unos pasos a seguir claros en la interacción del usuario con la experiencia, partiendo de los resultados encontrados, para lograr en los usuarios asombro, diversión y aprendizaje.
- Construir una maqueta a escala del espacio, mediante técnicas de representación visual, para evaluar la parte formal y espacial de la alternativa seleccionada.
- Optimizar la alternativa de diseño seleccionada, a través del diseño de detalle, para concretar el diseño definitivo de la experiencia.
- Construir el prototipo de la experiencia, para recrear su proporción y funcionamiento, por medio de la aplicación de técnicas de modelos y prototipos. (su escala dependerá de las dimensiones finales de la experiencia y del acuerdo al que se llegue con el grupo creativo de EXPLORA).

#### 1.4 Alcance y productos.

- Documento final del proyecto de grado.
- Artículo en el formato de la revista de Escuela de Ingeniería.
- Guía ilustrativa con las reglas de juego y la explicación del funcionamiento de la experiencia.
- Modelación 3D y planos de ingeniería.
- Entrega de prototipo (su escala dependerá de las dimensiones finales de la experiencia y del acuerdo al que se llegue con el grupo creativo de EXPLORA).

## 2 MARCO TEORICO

Para el desarrollo de una experiencia que explique de manera interactiva como es una excavación paleontológica para el Parque Interactivo Explora, es de vital importancia tener conceptos claros en temas de paleontología, teorías del aprendizaje aplicadas a los museos de ciencia y tecnología y en experiencias similares desarrolladas alrededor del mundo, pues estos servirán de base para el diseño y desarrollo del proyecto, por esta razón el marco teórico se enfoca en estos temas con el fin de brindar un soporte teórico al proyecto.

La paleontología es la ciencia que se ocupa del descubrimiento y estudio del registro fósil, para así reconstruir la historia de la vida y la evolución de las especies; mientras que la arqueología es el estudio de los orígenes y de los objetos elaborados por los seres humanos. La paleontología se sitúa en una interfaz entre la biología y la geología, usando conocimientos de ambas; pocas ramas han fornecido tantas evidencias a favor de la evolución de las especies como ésta.

El término fósil se usa para denominar a los restos de animales, plantas y las huellas de antiguos organismos, entendidos como registros de la historia de la vida. Son conocidos por la humanidad desde tiempos remotos, desde que el hombre prehistórico usaba huesos fósiles como materia prima para crear herramientas y arte, lo cual es aún realizado por algunas culturas primitivas.

El estudio de los fósiles ha despertado la curiosidad y la fascinación desde la Antigüedad. En Grecia, los sabios Anaximandro, Pitágoras, Xenófanes y Herodoto afirmaron correctamente que los fósiles marinos encontrados en tierra firme pertenecieron a animales que vivieron en el océano y, consecuentemente, lo que

ahora es tierra firme habría sido el fondo del mar. Esta idea fue olvidada por siglos.<sup>10</sup>

Dicho concepto se retomaría únicamente después de la Edad Media. Durante el Renacimiento, Leonardo da Vinci estudió moluscos marinos fósiles encontrados en las montañas del interior de Italia. La explicación tradicional decía que estas conchas habrían sido depositadas en lo alto de las montañas al haber sido llevadas por el diluvio relatado en la Biblia. Da Vinci probó que eso era falso, ya que las conchas yacían en posición de vida, o sea, estas vivían en el propio local en que se encontraban, y, por lo tanto, no fueron transportadas por accidente. También mostró que estos moluscos no podrían haber migrado por sus propios medios desde el litoral hasta lo alto de las montañas durante el diluvio universal, ya que el tiempo de duración del diluvio era muy corto para que éstas recorriesen por sus propios medios las decenas de kilómetros que separan estas montañas de la costa. Así, da Vinci mostró que esas montañas fueron una vez lecho marino permanente, convirtiéndose en pionero de la paleontología.

La paleontología en la actualidad es una ciencia bastante desarrollada y amplia. Parte del trabajo de los paleontólogos consiste en describir nuevas especies, estudiar la evolución de los diferentes grupos, estimar las edades en que los organismos vivieron, establecer las relaciones ecológicas entre éstos, reconstruir su medio ambiente, las posibles causas de su extinción, etc. Este trabajo no es fácil, ya que el registro fósil es muy incompleto, o sea, los hallazgos representan apenas una pequeña parte de las formas de vida que existieron en la Tierra. Muchas especies se extinguieron sin dejar ningún rastro, por haber existido en un período de tiempo muy corto, por haber habitado en ambientes que no facilitaban su preservación o por otros motivos. Con ayuda del método científico que comienza desde la identificación del yacimiento hasta el estudio del hallazgo y el

---

<sup>10</sup> Cisneros, Juan Carlos. Entendiendo el registro fósil y la paleontología. [www.sindioses.org/cienciaorigenes/paleontologia.html](http://www.sindioses.org/cienciaorigenes/paleontologia.html) [Consulta: 4 de febrero de 2006].

contexto, es posible reconstruir, por lo menos en parte, la evolución de las especies.

Vale la pena destacar que el inicio de un estudio paleontológico y uno arqueológico, es muy similar, pues generalmente ambos utilizan casi las mismas técnicas para identificar la zona de excavación y llegar hasta los objetos o restos; hacen uso de la cartografía, la cual es una especie de mapa que permite visualizar los rasgos topográficos de un terreno, las alturas y la ubicación x-y de cada sitio; realizan prospecciones que consisten en observar el lugar y en evaluar el potencial sobre un terreno; o efectúan sondeos (análisis mini topográficos del terreno), que pueden ser aleatorios; finalmente, cuando delimitan por cuadrículas las áreas de excavación, remueven cuidadosamente y de manera uniforme las capas de tierra hasta encontrar evidencias, las cuales son dibujadas, fotografiadas o filmadas para tener un registro del contexto total.

En general la manera de excavar de los paleontólogos y los arqueólogos es muy parecida, las diferencias radican principalmente en la composición del suelo (tipos de roca, arenas y tierra) y en el cuidado que se debe tener al remover cada una de las capas y al manipular los hallazgos. Por lo general los arqueólogos son más cuidadosos, ya que encuentran elementos mucho más frágiles como objetos cerámicos.

El proceso de excavación más empleado por los paleontólogos consta de seis pasos principales (ver tabla 1):

Paso 1. Consiste en remover uniformemente, con ayuda de buldózer, la capa superior de la superficie compuesta por rocas, tierra y algunas veces escombros, para agilizar el proceso de excavación y acercarse más a los fósiles.

Paso 2. Una vez la capa superior ha sido removida y la superficie está limpia, el equipo de trabajo continúa la búsqueda. Las capas de rocas son partidas y removidas de la superficie pieza por pieza, pero los fósiles no siempre están inmediatamente visibles porque algunas veces los cubren otras capas de roca delgadas. La cantidad de capas que tenga la tierra depende de la formación estratigráfica del lugar, esta sucesión de estratos que se diferencian por color y composición, permiten deducir la datación (edad) del resto encontrado.

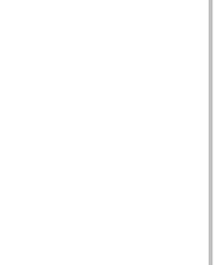
Paso 3. La luz del sol ayuda a descubrir los fósiles escondidos debajo de la superficie, por las sombras que se generan con la luz. Por esta razón el trabajo de excavación se realiza generalmente entre las 11:30 am y las 3:30 pm, para identificar fácilmente las áreas donde se encuentran los restos y continuar con el proceso.

Paso 4. Una vez es encontrado el fósil, la capa de roca que este abarca se delimita dibujando unas líneas guías a través de plantillas de madera. En esta parte del proceso es necesario tomar nota de la posición exacta, tomar fotografías y hacer dibujos del hallazgo, lo cual se facilita gracias a la plantilla previamente dibujada. Posteriormente se corta la capa, con el fin de transportar poca cantidad de roca hacia el laboratorio.

Paso 5. Para separar las capas que han sido previamente cortadas, se introducen por los espacios que quedan entre el corte y la superficie unos cinceles con el fin de levantar cuidadosamente las piezas.

Paso 6. Por último las capas de roca que contienen los fósiles, son empacadas en cajas para ser transportadas al laboratorio del museo, donde serán estudiadas y organizadas para su posterior exhibición.

Tabla 1 Pasos para una excavación paleontológica

PASO 1 PREPARACIÓN DEL TERRENO	PASO 2 REMOCIÓN DE ROCAS Y BÚSQUEDA	PASO 3 IDENTIFICACION DE FOSILES	PASO 4 REGISTRO DE LA INFORMACIÓN	PASO 5 CORTE Y SEPARACIÓN DE LOS FÓSILES	PASO 6 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE
					
					
					

Fuente: Field museum. <[http://www.fieldmuseum.org/expeditions/lance/expedition\\_interactive/lance](http://www.fieldmuseum.org/expeditions/lance/expedition_interactive/lance)>

Además de excavar cuidadosamente y seguir los pasos anteriores, hay que tener en cuenta algunos factores como: Mantener siempre la superficie de trabajo limpia para ir descubriendo lo que cada capa contiene y no pasar por alto algún elemento importante, e identificar cada uno de los fósiles encontrados con un código único, de acuerdo a su localización.

Los investigadores, técnicos y colaboradores, necesitan un equipo formado por martillos, picos, palas, formones, cepillos, arpillera, yeso, madera, alambres gruesos, resinas plásticas, y productos químicos que endurecerán los restos de los fósiles y los sedimentos que los acompañan. Además estar vestidos con ropa que cubra la mayor parte de su cuerpo, como pantalones largos u overoles, camisas de manga larga y guantes de jardinería para protegerse.

Entender todo lo que envuelve un estudio paleontológico y hacer parte de una excavación, no esta al alcance de las personas comunes y corrientes, pues un proceso real debe ser efectuado por un equipo experto, compuesto por paleontólogos, biólogos y geólogos, quienes con su conocimiento sacan el mayor provecho de cada detalle y no dejan a un lado evidencias. Es por esto que alrededor del mundo existen talleres y campos de verano, que tienen como objetivo hacer que las personas tengan un acercamiento más profundo a las excavaciones, tanto paleontológicas como arqueológicas, y se interesen más en conocer acerca de estos temas.

Dichos talleres y campos de verano son realizados en museos y zonas donde existen yacimientos de ambos tipos, los cuales no están abiertos al público permanente sino por temporadas. La mayoría de los talleres se llevan a cabo en aulas especiales mientras que los campos de verano se sitúan en lugares abiertos y son más realistas, en cuanto al contexto. La anterior es la principal característica que puede diferenciar unas experiencias de otras, pero en general estas tienen

elementos y objetivos muy similares que se pueden ver a continuación (ver tabla 2 y 3):

Tabla 2: Experiencias similares alrededor del mundo.

Nombre y lugar	Experiencia	Tipo de exp. y duración	Público objetivo	Objetivos de la experiencia.
Museo Histórico municipal de Ejica ESPAÑA	Arqueológica	Taller didáctico guiado. Duración: 3 horas	Estudiantes de colegio.	Demostrar procedimientos y métodos científicos de arqueología. Concientizar al público que el patrimonio histórico es un bien colectivo.
Museo de arqueología de alta montaña ESPAÑA	Arqueológica	Taller didáctico guiado. Duración: 3 horas	Niños de 8 – 12 años.	Acercar a la comunidad con el trabajo arqueológico a través del empleo de métodos y técnicas que sirven para el conocimiento de culturas pasadas ya desaparecidas. Hacer que los niños tomen conciencia de la labor científica del arqueólogo y de la preservación del patrimonio cultural.
Parque Paleontológico Bryn Gwyn ARGENTINA	Paleontológica	Participación en excavaciones paleontológicas guiadas.	Niños y adultos de todas las edades.	
Texas Archeological Society ESTADOS U.	Arqueológica	Campo de verano guiado Duración: 8 días	Niños de 8 – 12 años.	
Dinopolis ESPAÑA	Paleontológica	Zona de juegos y visitas guiadas a los yacimientos. Duración: 1 día	Niños de 8 – 14 años.	Descubrir poco a poco los distintos elementos de la zona de juegos, para reforzar el efecto aventura y que los participantes aprendan de una manera divertida. Conocer un yacimiento, con elementos reales, mediante la visita guiada.

Nombre y lugar	Experiencia	Tipo de exp. y duración	Público objetivo	Objetivos de la experiencia.
Museo Numantino ESPAÑA	Arqueológica	Taller didáctico guiado. Duración: Hora y media.	Niños de 9 – 12 años.	Fomentar el trabajo grupal y la reflexión individual, para proporcionar una visión aproximada del proceso que sufre una pieza arqueológica desde que es extraída de la excavación hasta que es expuesta en el museo. Aprender nociones para interpretar las piezas.  Valorar los hallazgos como un patrimonio histórico y cultural.
Museo Popol Vuh GUATEMALA	Arqueológica	Taller didáctico guiado.	Niños desde los cinco años en adelante.	Contextualizar al visitante en un simulacro de excavación, enseñarle a clasificar, restaurar réplicas y elaborar objetos.
Museo Arqueológico y Etnológico de Córdoba ESPAÑA	Arqueológica	Taller didáctico guiado. Duración: 1 hora.	Niños de 9 – 12 años.	Permitir que los niños descubran que es una excavación arqueológica a través de juegos, paneles y una excavación simulada.
Bone Yard fossil quarry_ Paleofun. Dig site COCOA BEACH. ESTADOS UNIDOS	Paleontológica	Juego.	Todas las edades.  Niños de 5 a 12 años.	Ensamblar un rompecabezas de un plesiosaurio.  Descubrir huesos de fósiles de ballenas y plesiosaurios.
Unearthing a mystery. Purdue University. ESTADOS UNIDOS	Paleontológica.	Taller guiado.		Los participantes trabajan en equipo para desenterrar y ensamblar un esqueleto. Se busca que las personas aprendan sobre el sistema óseo, la comunicación, el trabajo en equipo y diversos factores del mundo animal.

Nombre y lugar	Experiencia	Tipo de exp. y duración	Público objetivo	Objetivos de la experiencia.
Camp Science safari  ESTADOS UNIDOS.	Paleontológica	Campamento.  Duración: 1 semana.	Niños entre 4 y 11 años.	Desenterrar replicas de esqueleto de un dinosaurio como lo hace un paleontólogo.
Dinosaur World – Fósil dig.  FLORIDA  ESTADOS UNIDOS.	Paleontológica	Actividad guiada.  Disponibilidad cada 2 horas.	Niños de 4 a 11 años.	
The great shark hunt.  Geological survey of Alabama and CHOM  ESTADOS UNIDOS	Paleontológica	Taller guiado.  Duración: de 10 a.m. a 4 p.m.  Se realiza una vez al año.		Aprender como se excavan fósiles y aprender a identificarlos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Imágenes de experiencias paleontológicas y arqueológicas similares

EXPERIENCIAS DE EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS Y PALEONTOLÓGICAS		
 <p>MUSEO HISTÓRICO MUNICIPAL DE EJICA  ESPAÑA</p>	 <p>TEXAS ARCHEOLOGICAL SOCIETY  ESTADOS UNIDOS</p>	 <p>PARQUE PALEONTOLÓGICO BRYN GWYN  ARGENTINA</p>

**EXPERIENCIAS DE EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS Y PALEONTOLÓGICAS**



**MUSEO NUMANTINO**

ESPAÑA



**CAMP SCIENCE SAFARI**

ESTADOS UNIDOS.



**DINOPOLIS**

ESPAÑA



**FOSSIL DIG TWO DAY TOUR FOR TWO – NSW.**

AUSTRALIA.



**DINOSAURS ROCK**

CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS.



**CORNELL UNIVERSITY**

ESTADOS UNIDOS.



**BLACK HILLS INSTITUTE OF GEOLOGICAL RESEARCH.**

DAKOTA, ESTADOS UNIDOS.



**LAKEVIEW MUSEUM OF ARTS AND SCIENCES.**



**MORRISON NATURAL HISTORY**

COLORADO, ESTADOS UNIDOS.



**GROUNDWATER DISCOVERY ADVENTURE**

ESTADOS UNIDOS



**THE GREAT SHARK HUNT.**

GEOLOGICAL SURVEY OF ALABAMA AND CHOM



**KIDZONE YOUTH MUSEUM.**

HEMET, CALIFORNIA  
ESTADOS UNIDOS.

Fuente: Elaboración propia

## TEORIAS DEL APRENDIZAJE

Son múltiples las teorías existentes y desarrolladas a través de la historia sobre el aprendizaje; cada teoría, cada autor, considera al aprendizaje de diferente forma y lo explica con diferentes conceptos, algunas de las más conocidas y difundidas son:

- Teoría del condicionamiento clásico de Pavlov.
- Teoría del condicionamiento instrumental de Skinner.
- Teoría de la genética de Piaget.
- Modelo de aprendizaje sociocultural de Vygotsky.
- Teoría de las inteligencias múltiples de Gardner.
- Teoría sobre el aprendizaje intrínsecamente motivado de Csikszentmihaly.

Desde la perspectiva de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología, donde las exhibiciones son entendidas como el medio por el cual se transmite información y se provee un espacio para la interacción y la socialización, las teorías del aprendizaje constructivista han adquirido una mayor acogida; basándose en las teorías del aprendizaje por reestructuración (Piaget, Vygotsky, Ausubel, etc.) se sostiene que mediante la interacción con el ambiente y a través de la manipulación de los objetos, el visitante construye su propio pensamiento<sup>11</sup>. Con el paso del tiempo y a medida que cambia el contexto y la misma sociedad se ha hecho necesario integrar otras teorías como las de las Inteligencias Múltiples y las del Aprendizaje Intrínsecamente Motivado para explicar fenómenos de interacción y aprendizaje. (Ver figura 1)

---

<sup>11</sup> Del aprendizaje en los museo de ciencia y tecnología. <http://museum.8m.net/teorias.htm>. [Consulta: 11 de febrero de 2006].



A continuación se pretende dar un recorrido general a través de los conceptos desarrollados por las teorías y autores anteriormente mencionados, sobre los cuales se basan la enseñanza en los Museos Interactivos de la actualidad.

Los elementos principales de las teorías constructivistas sobre los que se basan las exhibiciones de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología son:

- El individuo es quien construye su propio conocimiento.
- El conocimiento es adquirido por la interacción con el ambiente.
- Se aprende recurriendo a las experiencias previas.

El individuo como constructor de su propio conocimiento: El constructivismo es una teoría cognitiva del aprendizaje, sus padres son Piaget<sup>12</sup> y Vygotsky<sup>13</sup>; principalmente ve la mente como una estructura que cambia a través de la experiencia con la realidad. La información de la realidad es extraída a través de la manipulación de los objetos de esta. Para Piaget esta manipulación se da directamente entre el sujeto y el objeto y para Vygotsky la información es extraída indirectamente, pues el conocimiento es reconstruido a partir de la interacción con otros individuos.

Para adquirir el conocimiento es necesario que se produzca una reestructuración de la estructura cognitiva del individuo, lo cual sucede al producir un conflicto en el momento en que se interioriza la información del objeto; para Piaget esta reestructuración se logra a través del descubrimiento, mientras que Vygotsky piensa que es necesario de las relaciones entre los seres humanos.

---

<sup>12</sup> Psicólogo y lógico suizo, conocido por sus trabajos pioneros sobre el desarrollo de la inteligencia en los niños. Sus estudios tuvieron un gran impacto en el campo de la psicología infantil y de la educación.

<sup>13</sup> Autor del Modelo de aprendizaje Sociocultural.

El conocimiento adquirido por la interacción con el ambiente: se fundamenta en la pedagogía activa y la pedagogía de la experimentación, las cuales formulan sus bases en la adquisición de conocimiento por medio de la manipulación directa de los objetos de la realidad por parte del propio individuo y el conocimiento adquirido como causa y resultado de la propia experiencia; su eje de enseñanza es el aprender haciendo donde el individuo es sujeto activo y partícipe de su propio aprendizaje.

En la teoría de Piaget, la interacción con el ambiente es necesaria en un primer momento donde se extrae información específica del medio, de forma asociativa o memorística para luego de producir un desequilibrio, interpretar la información a través de la asimilación en función de las estructuras conceptuales disponibles (integración de los elementos nuevos y de las nuevas experiencias a las estructuras previas). Luego de esta asimilación viene la acomodación donde los conceptos se adaptan recíprocamente a las características del mundo y se da una reinterpretación de los conocimientos anteriores en función de los nuevos esquemas adquiridos. Para que se den estos procesos, los esquemas se ven sometidos a tres tipos de análisis:

- Intra-objetual: el individuo extrae propiedades del objeto.
- Inter.-objetual: se establecen relaciones entre los objetos o características antes descubiertas.
- Trans-objetual: se establecen vínculos entre las diversas relaciones construidas, generando un sistema o estructura total de acuerdo a lo analizado.

Para Piaget la manipulación del objeto se logra realmente cuando se ha tomado conciencia de las propiedades de este, lo que lleva a una abstracción reflexiva sobre como pueden aplicarse los conocimiento a ese objeto. Vygotsky basa su psicología en la actividad misma, considerando que el hombre actúa sobre los

estímulos, transformándolos, lo que se logra por medio de los instrumentos (la herramienta y el signo) que se interponen entre el estímulo y la respuesta. Las herramientas son las expectativas y conocimientos previos que transforman los estímulos informativos que llegan del contexto (externos), los símbolos son el conjunto de signos que utiliza el mismo sujeto para hacer propios dichos estímulos (internos).

*Aprendizaje asociado a las experiencias previas:* se remonta al aprendizaje asociativo, donde se postula que el conocimiento se alcanza mediante la asociación de las ideas viejas con las nuevas. Para Piaget el aprendizaje de conocimientos específicos depende por completo del desarrollo de estructuras cognitivas generales.

Florez, retomando la teoría de Ausubel<sup>14</sup>, clarifica el papel de los conceptos previos en la formación y estructuración de conocimiento, donde es importante disponer de lenguaje y ciertas ideas previas generales para adquirir un aprendizaje significativo; estas ideas previas relacionan, ubican e incorporan pertinentemente el aprendizaje en la estructura cognitiva previa, facilitando la adquisición significativa, elevando la consolidación y retención y ampliando las posibilidades de transferencia y de solución de problemas.

La *teoría de las inteligencias múltiples*, surgida por investigaciones realizadas en Harvard por Howard Gardner, propone que cada persona tiene capacidad en cada una de las ocho inteligencias, con diferencias y variaciones en los grados de

---

<sup>14</sup> El sujeto que vaya adquirir un nuevo conocimiento de manera significativa valiéndose de conocimientos anteriores, lo que hace es asociar un nuevo material conceptualmente estructurado a través del lenguaje -con significado propio- a las estructuras que posee; no basta con que este nuevo conocimiento esté compuesto por una asociación simple de ideas relacionadas arbitrariamente. En efecto, sería una asociación entre estructuras; la del significado del concepto nuevo y la cognitiva del sujeto mismo.

desarrollo de cada una; estas ocho inteligencias trabajan juntas de manera única en cada persona. Las áreas de estas ocho inteligencias son:

1. Lingüística: pensar en palabras.
2. Lógico-matemática: pensar por razonamiento
3. Espacial: pensar con imágenes y figuras
4. Sensación del cuerpo: pensar a través de sensaciones somáticas (sentir, tocar, mover)
5. Musical: pensar vía ritmos y melodías.
6. Interpersonal: pensar por ideas de otras personas
7. Naturalista: pensar usando un modelo o símbolo y relacionar ideas a fenómenos naturales.
8. Intrapersonal: pensar a través de reflexión y conexiones personales.

Con base en estas 8 áreas, Gardner propone incluir en las exhibiciones de los museos, elementos que estimulen cada una de las 8 inteligencias del visitante, favoreciendo la interacción con la exhibición, generando “experiencias cristalizadoras” definidas como las actividades con las que el individuo se involucra realmente, que dejan una huella y permiten resignificar las comprensiones.

El *Aprendizaje Intrínsecamente Motivado*, aplicado al aprendizaje dentro de los Museos Interactivos, es entendido como algo que estimula de manera espontánea al visitante para que establezca una interacción con la exhibición “Los factores intrínsecos –como por ejemplo la curiosidad, el disfrute de aprender y el dominio de los desafíos- también conforman potentes herramientas motivacionales”. En los estudios de Csikszentmihaly sobre aprendizaje intrínseco se señala la capacidad de asumir retos como actividad propia del ser humano, por lo cual una clase de aprendizaje que tome mano de esta capacidad, tiene verdadero éxito cuando hay

una retroalimentación inmediata y cuando el desafío no es demasiado fácil ni demasiado difícil.

### *Estilos de aprendizaje*

La psicóloga y teórica del aprendizaje Bernice Mc.Carthy, ha agrupado a los aprendices en las siguientes categorías<sup>15</sup>:

- Imaginativos: buscan responder a la pregunta del porqué. Aprenden a través de la escucha y el asocio de ideas, basando sus evaluaciones en la experiencia directa.
- Analíticos: interesados en responder el qué. Buscan la información y los hechos, y necesitan saber qué opinan los expertos en el tema. Su interés particular se centra en la abstracción de conceptos y la información detallada.
- De sentido Común: preguntan cómo funcionan las cosas. Disfrutan solucionando problemas e integrando la información a través de la experiencia práctica.
- Dinámicos: Buscan responder la pregunta qué pasaría si...: Aprenden a través del ensayo y el error, y creen en sus propios descubrimientos.

### La lúdica en el aprendizaje

El juego, como método de enseñanza es muy antiguo, en la Comunidad Primitiva era utilizado de manera empírica en el desarrollo de habilidades en los niños y

---

15 Del aprendizaje en los museo de ciencia y tecnología. <http://museum.8m.net/teorias.htm>. [Consulta: 11 de febrero de 2006]

jóvenes que aprendían de los mayores la forma de cazar, pescar, cultivar, y otras actividades que se transmitían de generación en generación. De esta forma los niños lograban asimilar de una manera más fácil los procedimientos de las actividades de la vida cotidiana<sup>16</sup>.

Se ha hablado del juego, como herramienta pedagógica, desde el siglo XIX, cuando Froebel reconoce en el juego la máxima experiencia que forma al hombre en relación con los demás, con la naturaleza y consigo mismo; el juego lleva al desarrollo de habilidades de observación y experimentación y a la comprobación de ideas; y ofrece la oportunidad de descubrir por uno mismo un orden en la naturaleza<sup>17</sup>.

El juego contribuye al desarrollo de la capacidad creadora e influye directamente en los componentes estructurales del individuo: intelectual-cognitivo, volitivo-conductual, afectivo-motivacional y las aptitudes<sup>15</sup>.

En el intelectual-cognitivo se fomentan la observación, la atención, las capacidades lógicas, la fantasía, la imaginación, la iniciativa, la investigación científica, los conocimientos, las habilidades, los hábitos, el potencial creador, etc.

En el volitivo-conductual se desarrollan el espíritu crítico y autocrítico, la iniciativa, las actitudes, la disciplina, el respeto, la perseverancia, la tenacidad, la responsabilidad, la audacia, la puntualidad, la sistematicidad, la regularidad, el compañerismo, la cooperación, la lealtad, la seguridad en sí mismo, estimula la emulación fraternal, etc.

En el afectivo-motivacional se propicia la camaradería, el interés, el gusto por la actividad, el colectivismo, el espíritu de solidaridad, dar y recibir ayuda, etc.

---

<sup>16</sup> Martí Pérez, José. Didáctica Lúdica: jugando también se aprende. <http://www.monografias.com/trabajos26/didactica-ludica/didactica-ludica.shtml>

<sup>17</sup> Del aprendizaje en los museo de ciencia y tecnología. <http://museum.8m.net/teorias.htm>

### 3 MARCO CONCEPTUAL

Debido a la importancia que han adquirido las teorías del aprendizaje constructivista dentro de las exhibiciones de los museo interactivos de ciencia y tecnología, en el diseño de la experiencia que explica una excavación paleontológica para EXPLORA, se tendrán en cuenta los conceptos desarrollados por la gran mayoría de dichas teorías y otras, de esta manera se busca transmitir a los usuarios la información de una manera mas efectiva y hacer posible la interacción en un espacio divertido que propicie el conocimiento y la socialización con los demás individuos que participarán en ella.

Los elementos fundamentales de la teoría constructivista, que se deben tener en cuenta para la experiencia son:

- El individuo construirá su propio conocimiento, el cual será adquirido por la interacción con el ambiente, es decir con todo el montaje que contextualizará al usuario en un yacimiento paleontológico y con la serie de acciones y procedimientos que deben seguir para descubrir el hallazgo fósil.
- Se dará un aprendizaje recurriendo a experiencias previas, lo cual puede ser impulsado por una introducción al comienzo del juego para que el visitante tenga unas bases claras sobre la lógica de lo que se trata la experiencia y las nociones básicas sobre los temas que pretenden crear interés.

Según esta teoría cognitiva del aprendizaje, se sabe que el individuo es

el constructor de su propio conocimiento, pues la información de la realidad es extraída a través de la manipulación de los objetos y la información extraída indirectamente, es decir el conocimiento, es reconstruido a partir de la interacción con otros individuos. Es por esta razón que la primera parte de la experiencia estará basada en la excavación individual de cada cata, para que cada usuario tenga una manipulación directa de los objetos y el ambiente en el que se encuentra, haciendo posible que el conocimiento adquirido sea resultado de la propia experiencia, cumpliendo de esta manera con el objetivo principal de Explora que pretende que cada visitante aprenda haciendo y se divierta aprendiendo, pues el individuo es un sujeto activo y es fundamental que haga parte de su propio aprendizaje. La segunda parte, es un encuentro del individuo con los demás participantes, donde este ya ha extraído las propiedades del objeto, se han establecido las relaciones con este y se comienzan a crear vínculos entre las diversas relaciones construidas por cada persona generando un sistema o estructura total de acuerdo a lo que cada uno ha analizado, esto mediante el trabajo en equipo y la reunión de los hallazgos que cada usuario encuentre para la finalización de la experiencia, al realizarse un trabajo en equipo se propicia un ambiente donde los visitantes podrán intercambiar ideas y conceptos, lo cual ayuda a reconstruir el conocimiento, tal como lo expone Vigotsky, en su teoría del aprendizaje sociocultural.

Por otro lado, cabe resaltar que es difícil que el aprendizaje sobre excavaciones paleontológicas este asociado con experiencias previas, ya que la mayoría de personas comunes y corrientes no han sido participes de una excavación de este tipo y muchas veces ignoran su significado, importancia y técnicas mediante las cuales es posible lograr un hallazgo. Es por esto, también, que como se dijo anteriormente la introducción y la contextualización de la experiencia es fundamental para el aprendizaje de los individuos, pues es necesario que los jóvenes y niños que se verán involucrados en el juego, entiendan conceptos claves y básicos, para que le encuentren la lógica al juego y pueda convertirse en

un reto que los impulse a aprender. Las ideas previas relacionan, ubican e incorporan el aprendizaje en la estructura cognitiva, facilitando su adquisición, consolidación y retención, y ampliando las posibilidades de asimilación y solución de problemas.

Con el desarrollo de la experiencia no se pretende que los preadolescentes, los adolescentes o cualquier persona de determinada edad que participe, salga del museo como un experto en excavación de fósiles o en paleontología, la idea es que cada individuo salga informado de que es una excavación paleontológica, que tipos de fósiles puede encontrar, que conozca una metodología básica del proceso de excavación y de los pasos fundamentales de un estudio paleontológico y que tome conciencia de la labor científica del paleontólogo y de la preservación del patrimonio histórico, científico y cultural que representa un hallazgo fósil. Esto con el fin de crear una inquietud o interés que impulse a cada participante, luego de salir del museo, a conocer o estar mas informado sobre el tema.

La experiencia también tomara elementos de la teoría de las inteligencias múltiples, pues es necesario estimular cada una o la gran mayoría de las 8 inteligencias del visitante para que se favorezca la interacción con la exhibición y se generen actividades en las que el usuario de involucre realmente y se divierta. Por medio de imágenes y figuras se estimulará la inteligencia espacial; por medio de texturas y los mismos objetos se estimulará la sensación del cuerpo; por medio de los sonidos de la naturaleza y la simulación de un contexto real se estimulará la musical y la naturalista; por medio de las reflexiones hacia la importancia de preservar los hallazgos como un patrimonio histórico y científico se estimulará la intrapersonal; y por medio de la unión de todas las piezas halladas, que simula un rompecabezas, se estimulará la inteligencia lógico-matemática.

También se tendrá en cuenta el aprendizaje intrínsecamente motivado, con elementos para despertar la curiosidad, el dominio de los desafíos y el gusto por

aprender. La experiencia estará basada en un juego de competencia entre dos equipos, lo cual indudablemente será un reto que no podrá ser demasiado fácil ni muy difícil, para incitar al usuario a que lo asuma y tenga una retroalimentación al completar la interacción dentro del contexto y con cada uno de los elementos que lo componen.

Como método de enseñanza el juego es una herramienta muy efectiva y ayuda a que las personas asimilen de una manera más fácil los conceptos, pues este lleva al desarrollo de habilidades de observación, de experimentación y a la comprobación de ideas, ya que ofrece la posibilidad de descubrir la naturaleza de las cosas por uno mismo. Sin embargo, por las características psicológicas y los procesos de aprendizaje del usuario final, se llevará a cabo una actividad lúdica que evite la apariencia infantil, que tenga elementos que los motiven como el uso de imágenes, sonidos, luces y medios atractivos, que indiquen el desarrollo del juego y evolucionen a medida que transcurre la actividad; además se fomentará la integración de grupo y la imposición de retos a través de la competencia, la formación del visitante como un integrante de un grupo y de la sociedad, a través de un juego de progresión ágil y con lecciones cortas de conceptos. Esto con el fin de crear curiosidad en los preadolescente y los adolescentes para que se acerquen a la experiencia, para que quieran participar, estén interesados y estimulados durante el tiempo de duración de esta, se diviertan, trabajen en equipo, asimilen conocimientos, se inquieten por conocer mas sobre la paleontología y finalmente quieran regresar a vivir de nuevo la experiencia y disfrutarla.

La excavación se desarrollará en un ambiente muy similar a la realidad para que el usuario tenga un acercamiento mas efectivo de lo que es un yacimiento paleontológico dentro de la cordillera oriental. Dados todos los procedimientos que se deben llevar a cabo dentro de una investigación paleontológica, desde la prospección del lugar donde posiblemente hay restos hasta la exhibición e

investigación científica de los fósiles, y dada la poca disponibilidad de tiempo (máximo 20 minutos) en relación con las experiencias similares que existen alrededor del mundo, la actividad lúdica se basará solo en la excavación, la extracción y la ubicación de los fósiles en un lugar seguro para observar su anatomía, de esta manera se pretende lograr la asimilación de nociones básicas e importantes en un tiempo tan reducido, pues ser muy ambiciosos en querer enseñar muchos mas conceptos puede ser un error que lleve a la experiencia a confundir a sus participantes y a no cumplir con sus objetivos.

Dentro de la excavación hay elementos indispensables que se deben tener en cuenta para recrear esta actividad y dejar conceptos claves claros en la mente de los usuarios. En primer lugar el área de excavación se dividirá en varias catas (cada una de las cuadrículas en las cuales se divide un yacimiento, donde se ubicaran fósiles aleatoriamente), una para cada integrante de cada equipo, pues esto comunicara la importancia de delimitar por cuadrículas las áreas de excavación, indicando que este es un trabajo cuidadoso y que requiere de mucho detalle y precisión, pues de este trabajo depende la correcta interpretación posterior que se realiza a los hallazgos; para la remoción cuidadosa y uniforme de las capas de tierra hasta encontrar el fósil escondido, se brindará a los usuarios algunas de las herramientas principales utilizadas por los paleontólogos como martillos, picos, palas, formones, y brochas. A medida que se va extrayendo la arena de la cata, es indispensable que en las paredes de esta sea visible de manera gráfica la estratigrafía del suelo, pues este es un concepto primordial donde el usuario podrá aprender que cada una de estas capas que se diferencian por su color y composición representan una época o era diferente de la tierra, que entre más abajo se encuentre una capa, esta es más antigua y que por lo tanto esto ayuda a deducir la edad del fósil hallado. Una vez sean encontrados todos los fósiles, se procede al armado del esqueleto del animal hallado, el cual será la representación de alguno de los fósiles hallados en el país (pliosaurio, cronosaurio

o plesiosaurio), con lo cual se buscará que los visitantes conozcan sobre los animales que alguna vez habitaron nuestro territorio.

## 4 CLARIFICACIÓN DE LA TAREA

Con el fin de establecer unos límites claros y tener una guía que ayude a orientar el proceso de desarrollo del producto, se desarrollaron el Brief y el PDS de la experiencia.

En estos documentos se presenta la situación y las evidencias que conducen a desarrollar el proyecto, las razones por las cuales es necesario realizarlo, se exponen los beneficios del proyecto en todos sus aspectos y el resultado general que se quiere alcanzar con este, además se presentan claramente las necesidades de los usuarios. Los límites son expuestos como las "demandas y deseos" expresados por los usuarios, presentadas en términos de "requerimientos técnicos" de manera que permiten desarrollar alternativas de diseño en la etapa de conceptualización.

### 4.1 BRIEF

#### 4.1.1 Antecedentes

En la ciudad nace la idea de construir un Parque Interactivo de Ciencia y Tecnología llamado Explora, concebido como un espacio lúdico, creador e integrador de ciudad, orientado hacia el libre aprendizaje; su principal objetivo es que niños, jóvenes y en general toda la ciudadanía, tengan un mayor contacto con la ciencia, la tecnología y la posibilidad de aprender haciendo y divertirse aprendiendo, para de esta manera adquirir un mayor conocimiento mediante el asombro, el descubrimiento y la diversión .

El parque está ubicado al nororiente de la ciudad (comuna 4 Aranjuez) y hará parte del corredor cultural que enmarcará el proyecto vial de la Avenida Carabobo, el cual tiene fácil acceso al transporte público y está rodeado de infraestructuras culturales, educativas y de esparcimiento.

Explora estará conformado por un acuario, espacios complementarios, espacios abiertos, aulas talleres y salas interactivas; donde es posible que cada usuario despierte su curiosidad de conocimiento hacia los conceptos que se ofrecen. Las salas interactivas son áreas donde se presentan experiencias que explican diversos temas, a través de la interacción de los visitantes; Colombia Geodiversa es una de las cuatro salas, que pretende que sus visitantes entiendan como funciona el planeta y realicen un viaje de exploración por los diferentes paisajes de Colombia, conformada por aproximadamente por 35 experiencias, dentro de las cuales se encuentra planeada “Una Excavación Paleontológica de Fósiles”.

En el país las excavaciones paleontológicas son poco conocidas por la población, ya que la cantidad de hallazgos es reducida en gran parte del territorio nacional; sin embargo en la cordillera oriental (específicamente en Villa de Leyva, Boyacá) se han encontrado muchos fósiles marinos vertebrados, invertebrados y microfósiles del periodo cretácico, debido a las condiciones geológicas de la región. El tipo de fósiles que más suscita interés en las personas son los vertebrados, debido a que tienen un mayor tamaño y son comúnmente relacionados con los dinosaurios, aunque en Colombia aun no se haya evidenciado la existencia de éstos.

La falta de conocimiento y el escaso interés, aparentes, sobre este tema no solo se debe a la baja cuantía de hallazgos descubiertos hasta ahora en la gran mayoría de regiones del país, sino también a la débil promoción que tiene la paleontología actualmente y a la falta de exposición de fósiles en los museos. No hay ningún lugar donde se explique el proceso, las herramientas y los demás

requerimientos necesarios para llevar a cabo una excavación paleontológica responsable y su posterior investigación; dando como resultado una poca difusión sobre esta temática y una baja conciencia sobre el significado y la importancia que los hallazgos tienen para el país, debido a su riqueza histórica y científica. Es decir hay una necesidad de acercar a las personas a la paleontología, para que se familiaricen con ella y comprendan que además de ser un patrimonio nacional es un bien colectivo.

No obstante en Villa de Leyva hay un cronosaurio de 115 millones de años de antigüedad, exhibido en un museo improvisado por los mismos habitantes de la región, donde solo es posible una observación pasiva. En el mundo existen algunos lugares, con experiencias similares a la que se pretende recrear en Explora, que permiten a las personas tener un mayor acercamiento a la paleontología y/o a la arqueología (las cuales son ciencias que utilizan un proceso de prospección y de excavación similar, pero que tienen objetivos diferentes).

En Estados Unidos y España hay muchos sitios donde se dictan talleres y se realizan campos de verano, como: the Texas Archeological Society, the Judith River Dinosaur Institute, el Museo Histórico Municipal de Ecija, el Museo de Arqueología de Alta Montaña, Trycience, el Museo Numantino, la Plaza de Moros, Ribagorza, el Museo Arqueológico y etnológico de Córdoba, entre otros. Pero en Argentina y Guatemala también están: el Parque Paleontológico Bryn Gwyn y el Museo Popol Vuh; el objetivo común que tienen estos lugares es que los visitantes aprendan métodos científicos de arqueología y de paleontología (desde que una pieza es extraída hasta que es expuesta en el museo), y se sensibilicen sobre la protección del patrimonio hallado. Todas las actividades que se llevan a cabo son guiadas; la mayoría de ellas tienen una duración de una hora y media a tres horas, a excepción de los campos de verano que pueden tardar desde cuatro a quince días; mientras que las edades para las cuales están diseñadas son de 8 a 12-14 y de 14 a 16, sin embargo los adultos pueden participar en algunas de ellas.

Hay otro tipo de experiencias en otros lugares: por ejemplo, Dinapolis es un parque de España que está ubicado en una zona donde hay muchos hallazgos paleontológicos, pero allí el acercamiento a las excavaciones se da a través de una zona de juegos de 2.800 m<sup>2</sup>, situada en un yacimiento con distintos restos de dinosaurios, desniveles, toboganes, redes, escaleras y rampas, para que las personas vayan explorando de una manera divertida. Mientras que en el museo de la Universidad de Berkeley, Estados Unidos, los visitantes pueden ver a los paleontólogos excavando o restaurando fósiles. Según la mayoría de estos museos y parques, la experiencia de vivir más de cerca un proceso paleontológico o arqueológico es que se fomenta el trabajo en equipo, la observación, la reflexión y un planteamiento lógico de los problemas.

Asombrosamente, en Colombia es muy usual que gran cantidad de personas desconozcan la diferencia entre una excavación paleontológica y una arqueológica, por la falta de conocimiento, relación y contacto con esta temática, que no solo es una riqueza histórica y científica para la nación sino también para el mundo.

#### 4.1.2 Justificación

Dada la importancia de los hallazgos encontrados y estudiados por esta ciencia para el entendimiento de la vida y evolución de las especies y por su importancia para el patrimonio cultural, histórico y científico del país, se hace necesario realizar actividades que sirvan como medio de difusión, explicación y concientización sobre esta ciencia, aún desconocida para muchos en Colombia.

El desarrollo de una experiencia que simule una excavación paleontológica en territorio colombiano, donde los visitantes del parque EXPLORA tengan la

oportunidad de conocer y experimentar por ellos mismos como es el trabajo de un paleontólogo, cuales son sus herramientas, los métodos utilizados y cual es la importancia científica de los hallazgos, despertará en los visitantes la curiosidad por aprender e investigar aún más sobre el tema; brindándoles unas bases sólidas, ya que por medio del juego hay una mejor retención de la información, pues el usuario esta aprendiendo mientras se divierte. Este tipo de experiencia va muy de la mano con el nuevo enfoque donde el aprendizaje ya no es considerado como una absorción pasiva de información, sino que la persona se implica activamente en el proceso. Aprender ya no es un proceso lineal, sino que recibe la influencia de numerosos factores como el entorno, las expectativas y los conocimientos previos. Con la experiencia no solo se busca enseñar conceptos, también se pretende que los usuarios aprendan sobre la importancia de un buen trabajo en equipo.

Con el desarrollo y diseño de una experiencia de este tipo para el museo EXPLORA, se brindará a la ciudadanía del Valle de Aburra la oportunidad de aprender de una forma activa y participativa sobre este tema poco conocido en el país, se verán beneficiados los 135.167 habitantes del entorno del Parque Explora, seguidos de 2.093.634 habitantes de Medellín y 5.761.175 habitantes del departamento de Antioquia, dentro de los cuales se encuentra la población estudiantil.

Esta será la primera experiencia interactiva permanente del país enfocada a la explicación de la actividad paleontológica, lo cual le da un valor agregado, pues es una propuesta innovadora en Colombia y por lo tanto puede generar un mayor interés en los visitantes, convirtiéndose en una de las experiencias más visitadas del museo.

Por último el desarrollo de esta experiencia en el parque EXPLORA se justifica por el gran número de personas que lo visitaran, garantizando de esta manera un

gran público objetivo al cual se buscará concientizar e informar sobre la importancia de la paleontología.

#### 4.1.3 Objetivo general y específicos

Los objetivos planteados son los mismos presentados y propuestos en el anteproyecto.

#### 4.1.4 Perfil del usuario

Los principales usuarios y visitantes del Parque de Ciencia y Tecnología Explora serán: los 135.167 habitantes de su entorno inmediato, la comuna 4 Aranjuez y la zona Nororiental (estratos 1, 2 y 3), y la población estudiantil comprendida entre los 8 y los 17 años de edad. Otros beneficiarios serán los 5.761.175 de habitantes del departamento de Antioquia, en especial los 2.093.634 de habitantes de Medellín, quienes podrán disfrutar del espacio innovador y lúdico que ofrece el parque interactivo.

Explora esta concebido como un lugar que hará posible que sus visitantes tengan un mayor contacto con la ciencia y la tecnología, y además que puedan aprender haciendo y divertirse aprendiendo para que adquieran mayores conocimientos, sin discriminar el estrato o clase social al que pertenezcan. Sin embargo es muy difícil tener un segmento tan amplio, conformado con personas de todas las edades y estilos de vida tan variados, lo cual hace que la experiencia basada en la excavación de fósiles este dirigida a la población que con mayor frecuencia visitará el museo y se verá mayor beneficiada: los estudiantes de primaria y bachillerato, de cualquier institución educativa.

Estos usuarios son indiscutiblemente los preadolescentes (8 – 12 años) y los adolescentes (13 – 17 años) quienes tienen una serie de características que los

diferencian. A nivel de personalidad, los primeros son personas con carácter variable y evolutivo, que están comenzando a liberarse de la influencia de las personas adultas y que se dejan influenciar por sus compañeros; bajo ciertas condiciones se sienten obligados a aceptar desafíos sin importar lo tontos, desagradables u ofensivos que puedan ser; de 8 o 9 años son ruidosos, olvidadizos e inquietos, pero sinceros, leales y amistosos, mientras que a los 10 u 11 años comienzan a preocuparse por su apariencia personal y otras características externas; tienen una menor autonomía y capacidad de decisión que los adolescentes, son más fáciles de controlar y más dependientes de la familia. Por otro lado, los adolescentes se sienten adultos y rechazan aquello que pueda parecer excesivamente infantil; sus centros de interés están por fuera del hogar, pues los amigos son de las cosas más importantes para ellos; se sienten diferentes y desarrollan actitudes rebeldes; tienen muy poca autoestima; buscan el placer y la gratificación, por lo cual muchas de sus decisiones son tomadas con base a estos parámetros; les molestan las reglas y las estructuras; y a diferencia de los preadolescentes carecen de héroes, tan solo tienen ídolos.

En cuanto al aprendizaje, los preadolescentes tienen un gran desarrollo físico, cognitivo y psicoafectivo que lo promueve; en este período aparecen las relaciones intelectuales concretas, la lógica, los sentimientos morales y sociales de cooperación; el acceso al conocimiento se da por medio de la lúdica y las relaciones directas con los objetos que en un ambiente lúdico permiten al niño percibir las formas y las relaciones espacio-temporales, pues este clasifica los objetos y los relaciona con otros formando una base para el pensamiento lógico; son motivados por los sonidos, los colores y la interacción, ya que a esta edad son incapaces de permanecer inmóviles y tocan todo lo que tienen a su alcance; se divierten y les gusta los juegos prácticos, con reglas, simbólicos y de construcción; sin embargo no son capaces de dedicarse con constancia a una tarea determinada; a través del juego el niño aprende a explorar, a desarrollar y a dominar las destrezas físicas sociales, mientras que la actividad sensorial y

motora le enseña las realidades físicas del mundo. Es importante tener en cuenta que las visitas escolares a los museos despiertan en el niño el interés por la cultura, el arte, la ciencia y/o la tecnología.

Los adolescentes, en cambio, tienen una madurez intelectual que les permite hacer cosas que los niños no pueden, como leer textos largos, analizar y sintetizar; pero al igual que los preadolescentes, tienen una capacidad de atención muy corta; por otro lado, les interesa temas generales como la ecología, la igualdad y los derechos humanos; requieren de un aprendizaje dinámico y ágil, pues se cansan rápido de los temas; en cuanto a la motivación, se sienten muy atraídos por las imágenes, los audiovisuales y el mundo de las nuevas tecnologías; además, se sienten muy estimulados por lo competitivo y por los retos.

A nivel cultural, este tipo de usuario no está muy familiarizado con los museos interactivos, ya que en Medellín solo hay dos lugares que permiten la interactividad con los visitantes: el museo Eureka, con menos de 10 años de existencia, y la sala interactiva Galileo, ubicada en las instalaciones de la Universidad de Antioquia. Lo cual permitirá que una vez Explora este abierto al público, sea un gran complemento para la educación de niños y jóvenes y una importante herramienta de enseñanza para las instituciones educativas, pues un mayor contacto con la ciencia y la tecnología a través de las experiencias, talleres y encuentros lúdicos, permitirá que los visitantes se interesen por aprender e investigar por aquellas cosas que les llame la atención.

Una vez los usuarios, tanto preadolescentes como adolescentes, se encuentren en la experiencia es necesario ofrecerles atributos que realmente despierten su interés y permitan que se diviertan y aprendan durante la interacción. Por esta razón es esencial que los textos, los conceptos y el tiempo de la experiencia sean cortos y de progresión ágil, que la actividad sea lúdica pero que evite una

aparición infantil, que se fomente la integración y el trabajo en equipo, que se haga sentir al estudiante como un miembro importante dentro de la experiencia y de la sociedad, que se promuevan los retos y la competencia sana, e inevitablemente que se haga uso de imágenes, sonidos y medios atractivos que llamen su atención y los estimule en el proceso de aprendizaje y diversión.

Es necesario el establecimiento de un punto de equilibrio entre las características personales y procesos de aprendizaje de los niños y los jóvenes para que se diviertan y aprendan; sin embargo cualquier persona mayor podrá ser participe de la experiencia y sin duda la disfrutará, aunque esta tenga elementos completamente dirigidos niños de 8 a 17 años para mayor efectividad de la experiencia y el cumplimiento del principal objetivo del museo: “aprender haciendo y divertirse aprendiendo, para adquirir un mayor conocimiento mediante el asombro, el descubrimiento y la diversión”.

#### 4.2 PDS.

En la tabla 4 se presenta el PDS de la experiencia, expresado en términos de deseos y demandas del usuario y del museo. Este es la definición de requerimientos concretos involucrados en el proceso de diseño y desarrollo de la experiencia.

Tabla 4: PDS definitivo de la experiencia.

REQUISITOS	DEMANDAS Y DESEOS (D/d)		REQUERIMIENTOS
<b>TAMAÑO Y PESO</b>	Área de experiencia, para cada equipo que interactúa con la experiencia.	d	Dos áreas de experiencia. Cada una con dimensiones mínimas de 3,5 m x 3,5 m.
	Área suficiente para seis usuarios interactuando en el área de excavación.	d	Área de excavación de 1,95 m x 70 cm. x 10 cm de profundidad aproximadamente. Dividido en seis cuadrículas o catas iguales de 55 cm x 39 cm, una para cada usuario.
	Área para reunir y armar las piezas ensambladas.	d	Área de armado máximo de 3 m2.
	Que los objetos con los que interactúa el usuario no se pierdan fácilmente.	D	Objetos con dimensiones entre 10 cm. x 5 cm. y 30 cm. x 15 cm.
	Los objetos que interactúan con el usuario deben ser livianos.	D	Peso máximo de los objetos 1 Kg.
<b>DESEMPEÑO</b>	En una hora deben entrar 4 grupos a la experiencia.	d	Tiempo de duración máximo de la excavación 10 minutos.
			Tiempo de reset de la experiencia máximo de 5 minutos.
	Sistema que agilicen la labor de excavación.	d	Sistemas mecánicos o manuales y uso de sensores que agilicen la labor de excavación.
			Uso de máximo 5 capas extraíbles para una rápida excavación.
	Facilidad y rapidez en el reset de la experiencia.	D	Sistemas mecánicos para tapar de nuevo la excavación.
	Señal que indique cuando un usuario saca el fósil de su cata.	D	Uso de luz directa hacia la cata, activada por medio de un sensor.
	Señal que indique cual equipo termina primero la excavación.	D	Uso de sonido y luces que se activen cuando el equipo termine de armar el fósil del vertebrado, por medio de sensores.
Fósiles fáciles de encontrar en poco tiempo.	D	Los fósiles se encontrarán a una profundidad de 10 cm. de la superficie. Tiempo máximo para encontrarlo de 6 minutos.	

REQUISITOS	DEMANDAS Y DESEOS (D/d)		REQUERIMIENTOS
<b>DESEMPEÑO</b>	Ayuda visual para que el usuario ubique las piezas encontradas.	D	Agujeros de diferentes diámetros para ubicar las piezas encontradas en el lugar indicado.
	Introducción para ubicar al usuario en el contexto y para dar las instrucciones de la experiencia.	D	Tiempo de la introducción máximo 5 minuto, esta será narrada en forma de historia.
<b>ENTORNO</b>	La experiencia debe complementarse con el contexto del museo.	D	La experiencia debe manejar un lenguaje real, acorde con la sala Colombia Geodiversa. (colores y formas).
<b>MATERIALES</b>	Fácil limpieza de las piezas.	D	Los fósiles y las herramientas con las que interactúa el usuario deben ser fabricados en polímeros. (Resinas y termoplásticos).
	Materiales livianos.	D	
	Materiales resistentes a la manipulación del usuario (caídas al piso, golpes, etc.).	D	
	Mecanismos fabricados en materiales resistentes a la fatiga.	D	Mecanismos fabricados en aluminio, acero, hierro.
	Material de excavación fácil de manipular para el usuario y para el sistema de reset de la experiencia.	D	Bloques que simulen rocas.
	Separación entre las dos áreas de excavación, donde cada equipo pueda ver como avanza y lo que sucede con el equipo contrario.	d	Separación en vidrio templado.
	Fácil mantenimiento de los uniformes de los equipos.	d	Uniformes en material sintético e impermeable como nylon o poliéster.
<b>MANUFACTURA</b>	Piezas fáciles de fabricar.	D	Objetos fabricados por medio de moldes de yeso y glicerina.
			Piezas termoformadas.

REQUISITOS	DEMANDAS Y DESEOS (D/d)		REQUERIMIENTOS
<b>MANUFACTURA</b>	Piezas fáciles de fabricar.	D	Mecanismos fabricados utilizando maquinas como torno, fresadora, rectificadora, taladro, dobladora de lámina.
	Los objetos que se encuentran en contacto con la arena no se deben deteriorar.	D	Recubrimiento con laca transparente a los objetos que se encuentran enterrados.
<b>MANTENIMIENTO</b>	En caso de daño de alguna pieza del mecanismo, debe poder ser reparada fácilmente.	d	30% de las piezas del mecanismo, serán estándar.
	Fácil limpieza.	D	Tamaño mínimo de orificios de 2 cm. de diámetro; y aristas redondeadas de mínimo 1 cm. de radio.
	Facilidad de desensamble para mantenimiento e inspección.	D	Uso de herramientas estándar para el desensamble como: destornillador, llaves hexagonales, etc. Tiempo de mantenimiento máximo 45 minutos, realizado mensualmente.
<b>ESTÉTICA</b>	Experiencia que llame la atención y atraiga al usuario.	D	Contraste de colores, luces, imágenes y texturas.
	Las piezas y objetos que componen la experiencia deben manejar un mismo lenguaje.	d	Zona Andina y cordillera oriental como referente de diseño.
	La experiencia debe ser lo más cercano a la realidad posible.	D	Imágenes gráficas en las paredes, que ubiquen al usuario en el contexto.
	Puntos de atención en partes de interacción del usuario con la experiencia (área de excavación y área de armado).	D	Contraste de colores y textura: lisas y corrugadas.
	Las paredes de la excavación deben tener aplicación grafica de las capas estratigráficas del suelo.	D	Uso de diferentes colores y texturas.

REQUISITOS	DEMANDAS Y DESEOS (D/d)		REQUERIMIENTOS
<b>ESTÉTICA</b>	Crear un contexto ambientado.	d	Luces que cambian de color e intensidad a medida que avanza la experiencia.
	Recrear un ambiente natural.	d	Sonidos de la naturaleza (animales, agua, viento), durante todo el tiempo que dura la experiencia.
	Visibilidad de la experiencia desde el exterior.	d	El espacio de la experiencia estará delimitado por combinación entre paredes y acrílico transparente.
<b>ERGONOMIA</b>	Herramientas de excavación de fácil y cómodo agarre.	D	Agarre de las herramientas de un tamaño máximo de 12 cm. de largo x 5 cm. de diámetro.
	Fácil ubicación de las piezas en el esqueleto del final de la experiencia.	D	Altura máxima de ubicación de las piezas una vez realizada la excavación (en el esqueleto) de 1,60 m.
<b>VIDA EN SERVICIO</b>	Resistencia al funcionamiento continuo.	D	Funcionamiento de 12 horas seguidas, durante los 7 días de la semana.
<b>SEGURIDAD</b>	No deben existir bordes corto punzantes en las piezas enterradas, ni en las herramientas para excavación.	D	Aristas redondeadas con un radio mínimo de 0.5 cm.
	No ocurran accidentes con las separaciones de acrílico.	D	Elemento gráficos en las separaciones de acrílico.
	No deben existir elementos con los que se puedan tropezar los usuarios.	D	Espacio en la pared de máximo 25 cm. x 100 cm. para ubicar las herramientas de la excavación de cada equipo.
	No deben existir riesgos de accidentes con cables del sistema eléctrico.	D	Todos los cables deben estar recubiertos y el sistema de cableado debe ir por debajo de la experiencia o por tuberías internas.
<b>USUARIO</b>	Principales personas interesadas en visitar el museo.	d	Las personas del entorno inmediato de Explora de la comuna 4 Aranjuez y la zona Nororiental, con 135.167 habitantes, de estratos 2 y 3.
	Principales personas interesadas en visitar el museo.	d	Otros posibles visitantes son los estudiantes de colegios públicos y privados, a quienes su institución los puede llevar a visitar el museo.

Fuente: Elaboración propia

## 5 DESARROLLO DEL CONCEPTO

### 5.1 DISEÑO CONCEPTUAL

Teniendo claro cual es el objetivo que se desea alcanzar y los límites del diseño, se desarrolla en este capítulo el diseño conceptual de la experiencia, aquí se desarrollan la caja negra, la estructura funcional y las matrices morfológicas que sirven de insumos para la posterior generación de alternativas.

#### 5.1.1 Caja negra

La experiencia esta compuesta por dos actividades: excavación y armado del esqueleto; cada una de estas tiene una función principal, razón por la cual se les realizó una caja negra individual. (Ver Figura 2 y 3).



Figura 2: Caja negra del área de excavación.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3: Caja negra del área de armado del esqueleto.

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2 Estructura funcional

Para la realización de cada una de estas funciones principales, se hace necesaria la relación entre diferentes sub-funciones que son mostradas en la estructura funcional, en esta se muestra como se lleva a cabo cada una de las actividades, como es el flujo de materia, energía e información y la relación entre estas.

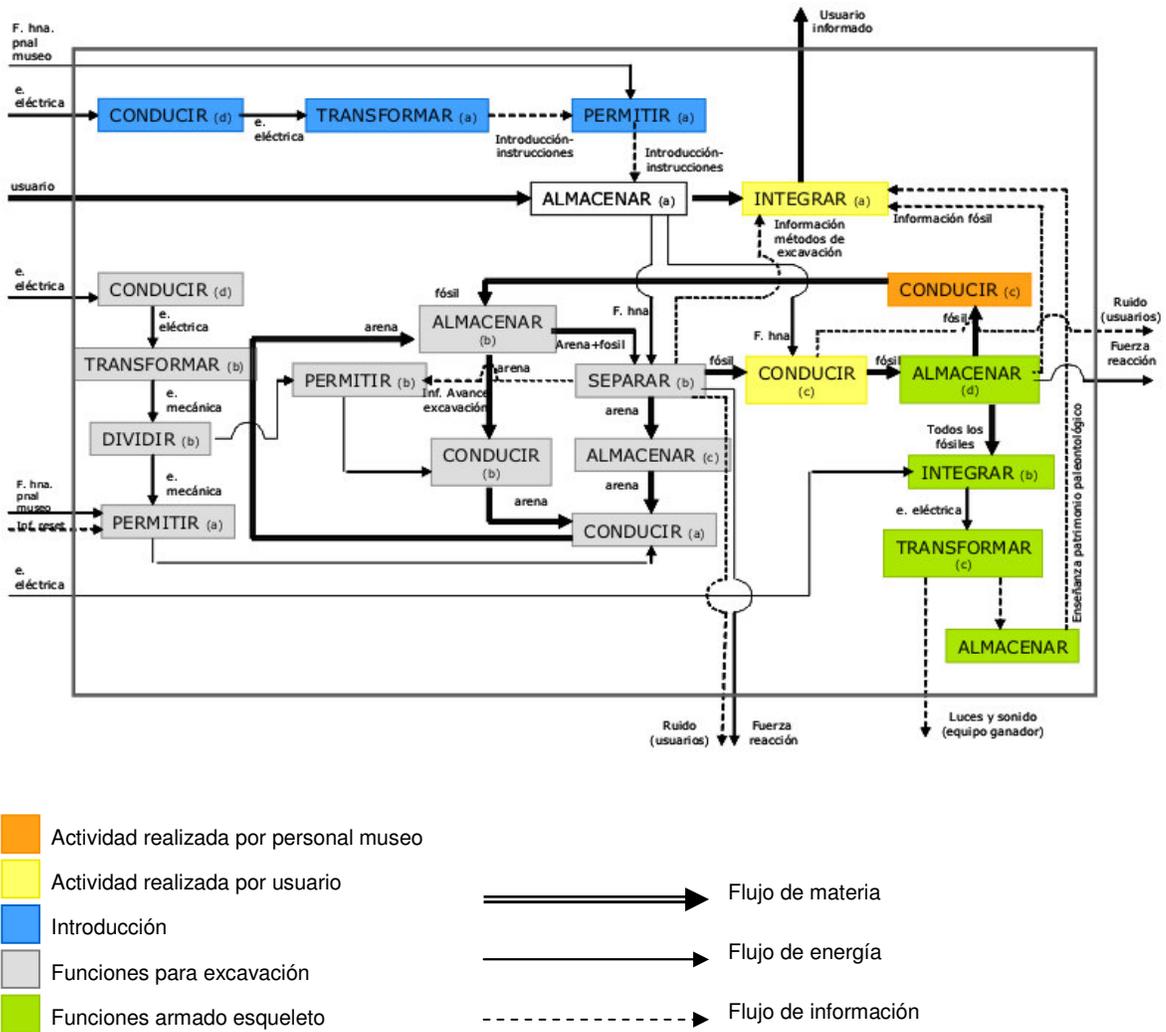


Figura 4: Estructura funcional

Fuente: Elaboración propia.

### Transformar

- a. Se refiere a sistemas que transforman energía eléctrica en sonido e imágenes.
- b. Se refiere a sistemas que transforman energía eléctrica en energía mecánica.
- c. Se refiere a sistemas que transforman energía eléctrica en luz y sonido.

### Permitir

- a. Hace referencia a sistemas que al ser accionados por el personal del usuario van a permitir controlar cuando comienza la experiencia (introducción e instrucciones) y cuando es el momento del reset de la experiencia.
- b. Hace referencia a un sistema que permite el paso de energía eléctrica hacia el mecanismo que reduce la cantidad de arena o rocas en las catas a medida que recibe información sobre el avance de la excavación.

### Almacenar

- a. Es el espacio donde se desarrolla la experiencia y que se encuentra ambientado imitando una excavación paleontológica en la zona Andina.
- b. Es el espacio (cata) y el material que cubre los fósiles que deben ser encontrados por el usuario.
- c. Espacio destinado para que el usuario ubique el material que va extrayendo de la cata.
- d. Lugar donde se unirán todos los fósiles encontrados para armar el esqueleto de una especie.

### Separar

- a. Herramientas utilizadas por los usuarios y que utilizaran para extraer de la cata el material que cubre los fósiles.

- b. Sistema para utilizar una misma fuente de transformación de energía eléctrica en energía mecánica en diferentes mecanismos.

#### Conducir

- a. Se refiere al sistema que volverá a colocar el material extraído de la cata, dentro de esta, una vez ha finalizado la experiencia.
- b. Se refiere al mecanismo o sistema que irá disminuyendo la cantidad de material de la cata a medida que el usuario avanza en la excavación.
- c. Es la acción realizada por el usuario cuando transporta el fósil de la cata al lugar de armado del esqueleto y a la acción viceversa realizada por el personal del museo una vez ha finalizado la experiencia.
- d. Son los cables utilizados para conducir la energía eléctrica hasta el sistema que la transforma en energía mecánica.

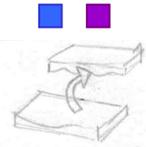
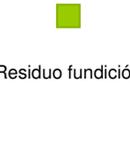
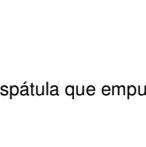
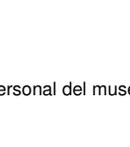
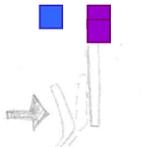
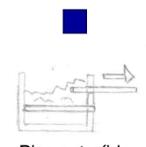
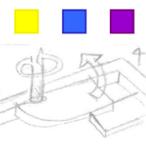
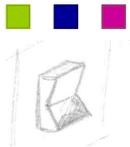
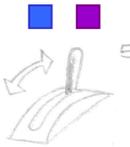
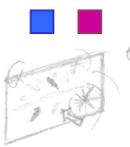
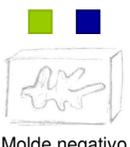
#### Integrar

- a. Es en sí toda la experiencia, pues el usuario esta recibiendo constantemente información del medio.
- b. Es el sistema que al detectar que se encuentra todo el esqueleto armado mandara una señal que será transformada en luz y sonido para indicar el equipo ganador.

#### 5.1.3 Matriz morfológica

En la matriz morfológica (Ver tabla 5) se presentan diferentes portadores de función para cada una de las sub-funciones más importantes representadas en la estructura funcional; esto permite obtener diferentes rutas funcionales para la generación de alternativas, abriendo así la gama de posibles soluciones para el diseño de la experiencia. Se eligieron siete posibles rutas sobre las cuales se realizó el proceso de generación de alternativas.

Tabla 5: Matriz morfológica área de excavación.

FUNCIÓN	PORTADORES DE FUNCIÓN				
ALMACENAR	 Arena	 Rocas	 Bolas icopor	 Lajas extraíbles	 Residuo fundición
ALMACENAR CONDUCIR	 Banda transportadora	 Doble cata	 Bisagra	 Correr por capas	 Capas en rompecabezas
	 Espátula que empuja	 Personal del museo	 Cortina tiras movibles	 Capas que deslizan por riel	
PERMITIR	 Sensor de presión	 Sensor de nivel			
CONDUCIR	 Piso extraíble	 Pistón (hidráulico o neumático)	 Succión	 Capa trasladada o rota (riel o pivote)	 Magnetismo
PERMITIR (INICIO-RESET)	 Botón	 Suiche	 Palanca	 Perilla	
ALMACENAR (FÓSILES ARMADO)	 Caja museo	 Tablero luminoso	 Molde negativo	 Pieza ppal (3D0)	

Fuente: Elaboración propia

 Ruta 1
  Ruta 2
  Ruta 3
  Ruta 4
  Ruta 5
  Ruta 6
  Ruta 7

## 5.2 Generación de alternativas

La fase de generación de alternativas es una de las más importantes dentro del proceso de diseño, es en esta donde se generan diferentes soluciones al problema planteado; de un buen trabajo en esta etapa, depende en gran medida el éxito del resultado final.

Con base en toda la información obtenida y desarrollada, partiendo de la investigación sobre paleontología y las teorías del aprendizaje, pasando por el PDS y finalizando con el diseño conceptual, se realizó el proceso de generación de alternativas (ver anexo1), este fue desarrollado primero en forma individual para la generación de conceptos y luego en forma grupal para la evaluación, selección y definición de la alternativa definitiva.

La experiencia debía ser una competencia entre dos equipos, los cuales debían excavar y encontrar unos fósiles que luego debían ser ubicados en un esqueleto principal; el equipo en terminar primero sería el ganador. A partir de estas características, del PDS (ver tabla 4) y de las rutas seleccionadas en la matriz morfológica (ver tabla 5) se generaron catorce alternativas de diseño donde se plantean diferentes mecanismos y materiales para el área de excavación y para el área de armado del esqueleto, además de posibles escenografías y distribuciones espaciales.

La generación de alternativas estuvo enfocada principalmente en el desarrollo de la cata, ya que esta representa mayores desafíos en términos de diseño, reset, interacción y transmisión de aprendizaje. En las figuras 5-19, se presentan los conceptos generados, en estos se pueden observar los mecanismos y el funcionamiento propuesto en cada uno. En el anexo 1 se presentan detalladamente todos los otros aspectos de la experiencia en cada una de las alternativas (distribución espacial, escenografía, área de armado, etc.).

Las alternativas 1, 2, 3, 5, 10, 12 y 13 involucran arena en la experiencia, son catas individuales y poseen mecanismos diferentes para agilizar el proceso de excavación y para el reset de la experiencia, el fósil se encuentra ubicado en una plataforma que simula una roca, además hay un espacio especial para la ubicación y almacenamiento de la arena que el usuario va extrayendo de cada cata.

Se generaron otros conceptos un poco más conceptuales en cuanto al material de excavación. La alternativa 9 plantea utilizar capas conformadas por esferas de polímeros de diferentes colores que representen las capas estratigráficas, estas pueden ser desplazadas una vez el usuario encuentra una clave en cada una de las capas (Figura 9); La alternativa 8 esta compuesta por placas de diferentes colores (representando las diferentes capas estratigráficas) que en parejas, los usuarios debe desplazar verticalmente hacia arriba usando espátulas (Figura 8); La alternativa 11 es un rompecabezas compuesto por ocho cuadrados de acrílico que se desplazan linealmente, cada cata esta compuesta por tres capas de diferentes colores (figura 11) y por último la alternativa 14 propone utilizar residuo de fundición, el cual va siendo desplazado hacia la parte inferior usando herramientas magnéticas, este proceso debe ser repetido tres veces hasta encontrar el fósil, simulando las capas estratigráficas (figura 19).

En las alternativas 4 y 11 se propone que el usuario se encuentre con un yacimiento donde ya han sido removidas las primeras capas de tierra y donde se trabaja en la capa rocosa donde se encuentran los fósiles; en la alternativa 4 el fósil es expuesto mediante golpes a la piedra de acuerdo a una secuencia indicada, de manera que el fósil va saliendo de la piedra; en la alternativa 7 el usuario debe golpear unas piedras, las cuales se abren inesperadamente simulando la fractura de la roca y poniendo al descubierto el fósil que hay al

interior, además como efecto especial sale humo que simula el polvo producido por la fractura de la roca.

Para el área de armado se proponen diferentes soluciones (ver figura 5), en las alternativas 1 y 6 el usuario debe ubicar los fósiles hallados en un molde en negativo del esqueleto del reptil; las alternativas 2 y 9 proponen un tablero electrónico, donde el usuario debe elegir entre varias alternativas, la forma del fósil que encontró en su cata; para la alternativa 3 y 11 se propone un esqueleto en 3D donde los usuarios deben ubicar los fósiles que hallan en su cata y por último la alternativa 11 propone el área de armado como el lugar donde se almacena las piezas que van al museo, en esta los fósiles se encuentran en lajas de piedras, que vistas desde la parte superior permite identificar a cual reptil pertenece el fósil, los usuarios deben elegir entre 3 diferentes opciones en un tablero.

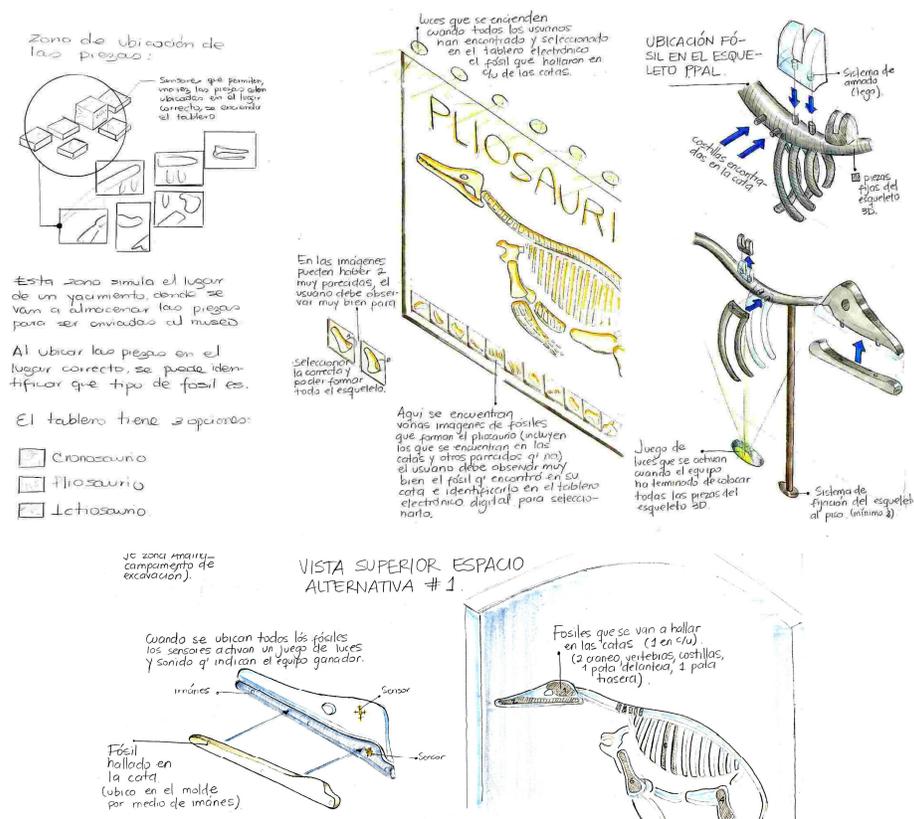


Figura 5: Alternativas para el área de armado

Fuente: Elaboración propia.

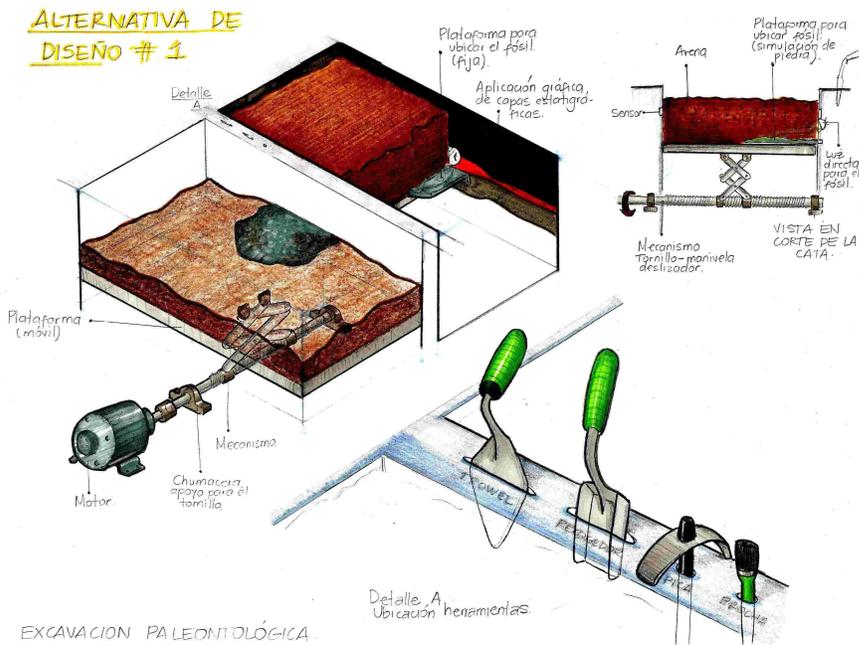


Figura 6: Alternativa de diseño 1.

Fuente: Elaboración propia

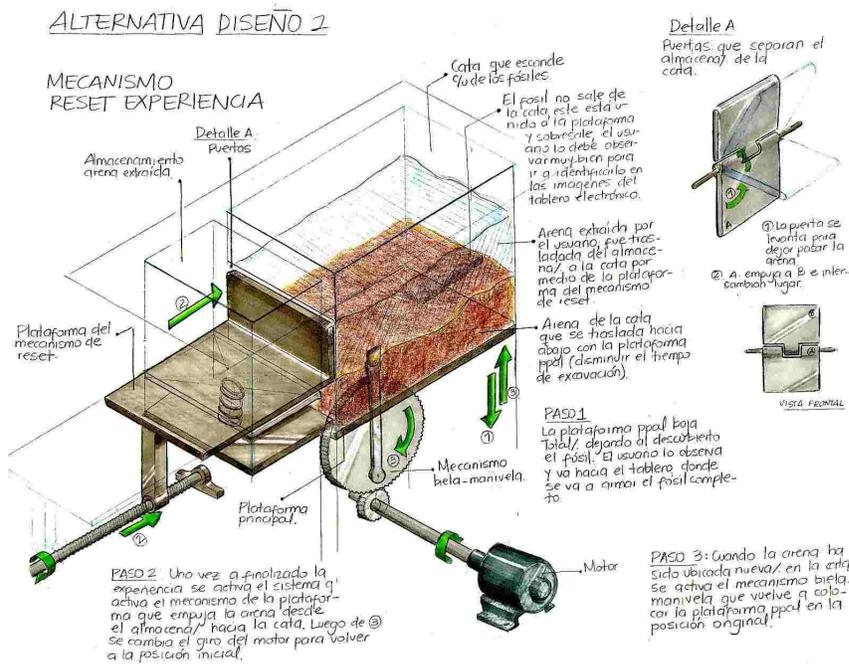


Figura 7: Alternativa de diseño 2.

Fuente: Elaboración propia

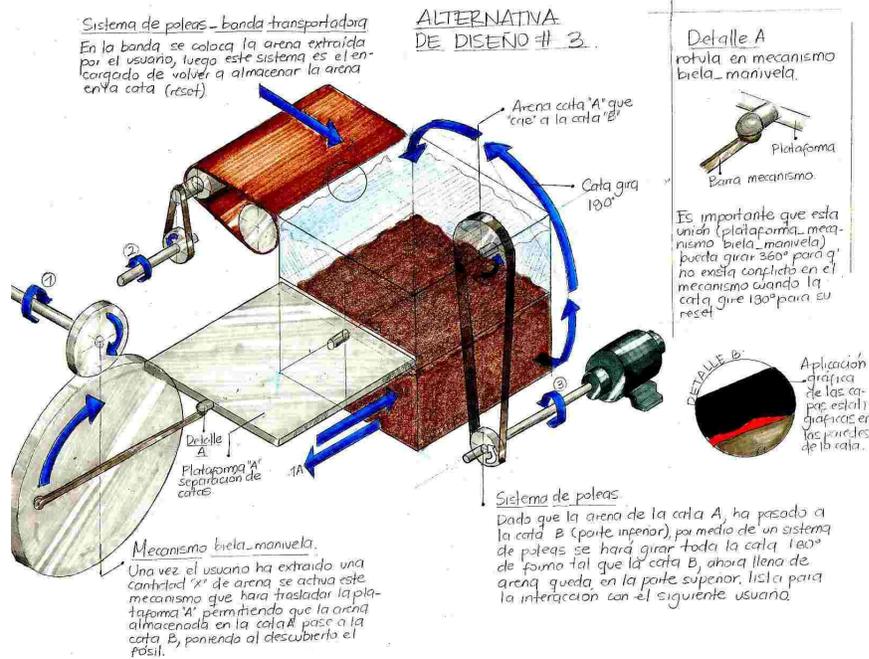


Figura 8: Alternativa de diseño 3.

Fuente: Elaboración propia

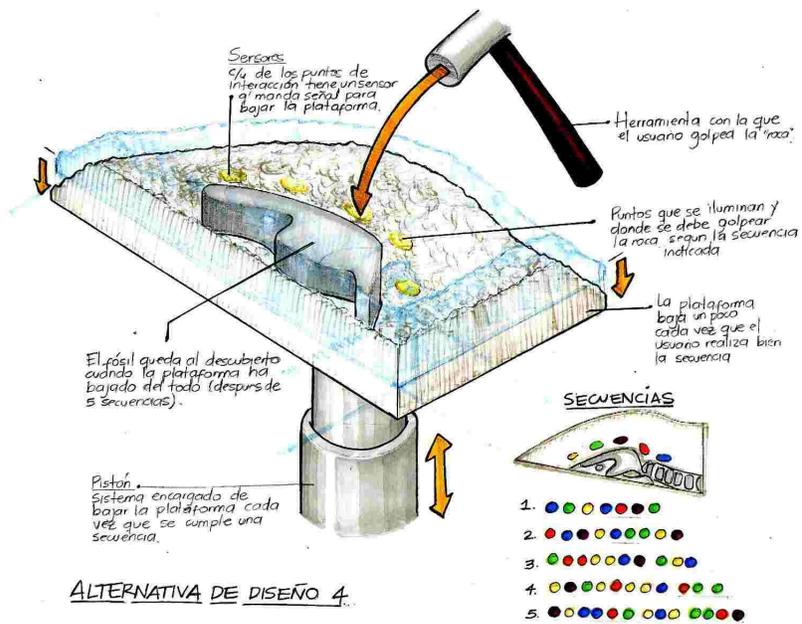


Figura 9: Alternativa de diseño 4.

Fuente: Elaboración propia

**ALTERNATIVA DE DISEÑO # 5**  
**FUNCIONAMIENTO DE LA CATA**

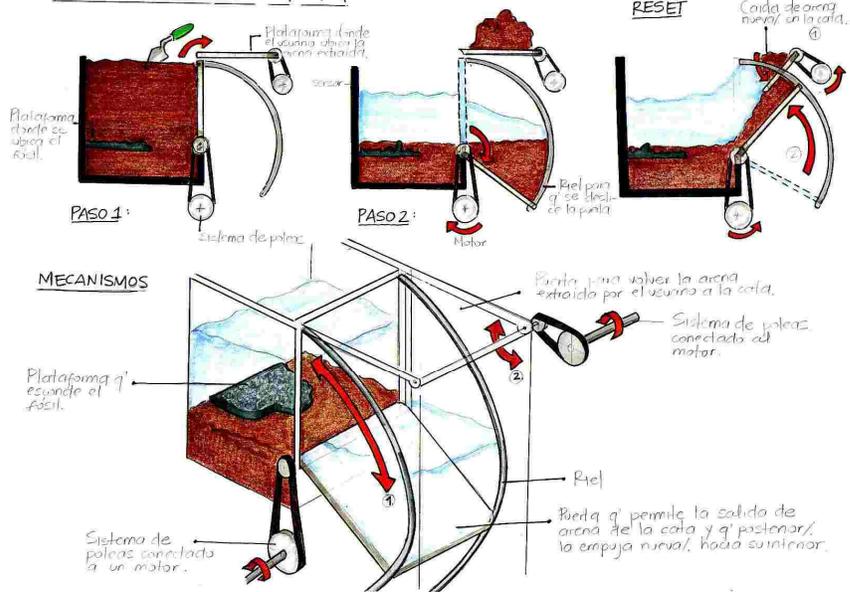


Figura 10: Alternativa de diseño 5.

Fuente: Elaboración propia

Mecanismo interno de cada una de las cataras.

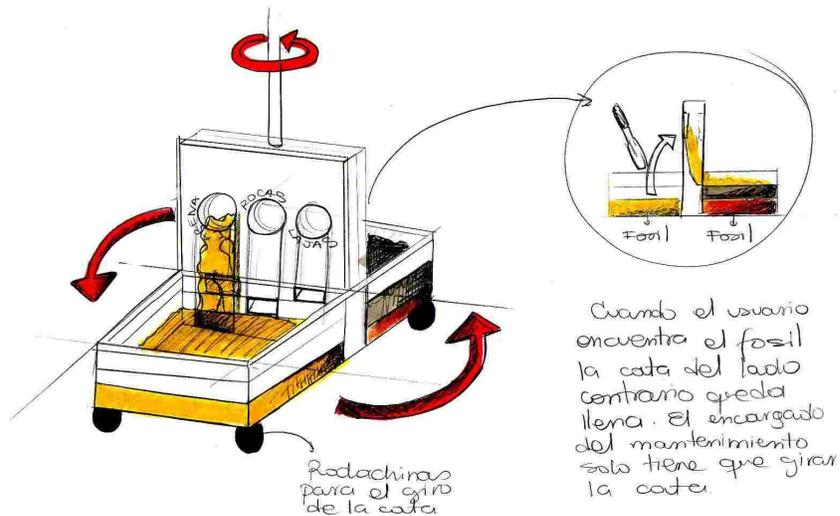


Figura 11: Alternativa de diseño 6.

Fuente: Elaboración propia

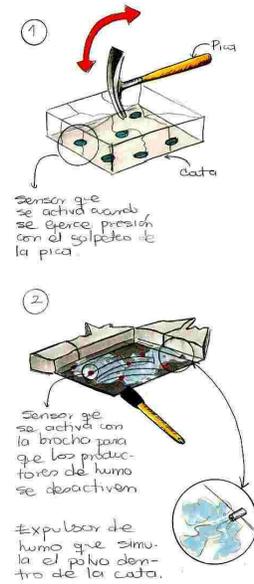
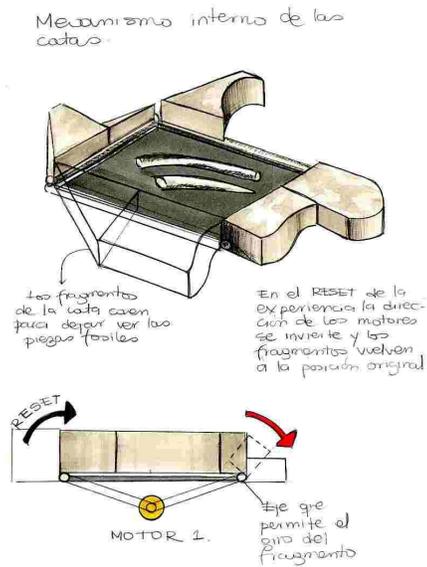


Figura 12: Alternativa de diseño 7.

Fuente: Elaboración propia

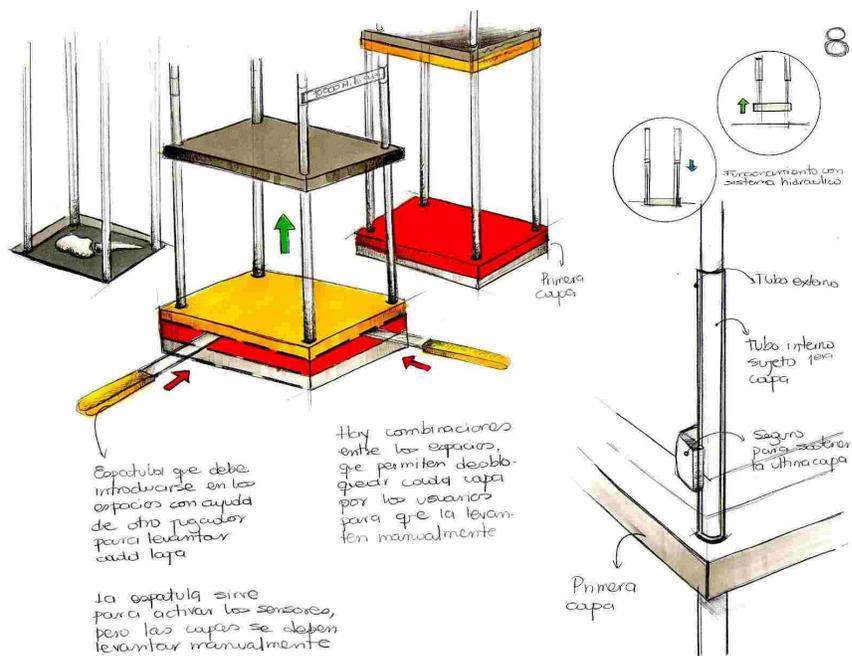


Figura 13: Alternativa de diseño 8.

Fuente: Elaboración propia

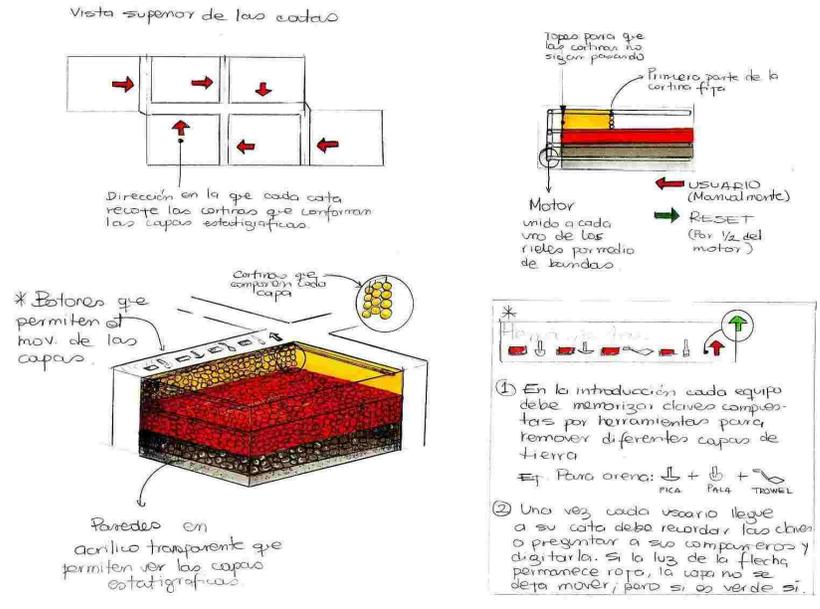


Figura 14: Alternativa de diseño 9.

Fuente: Elaboración propia

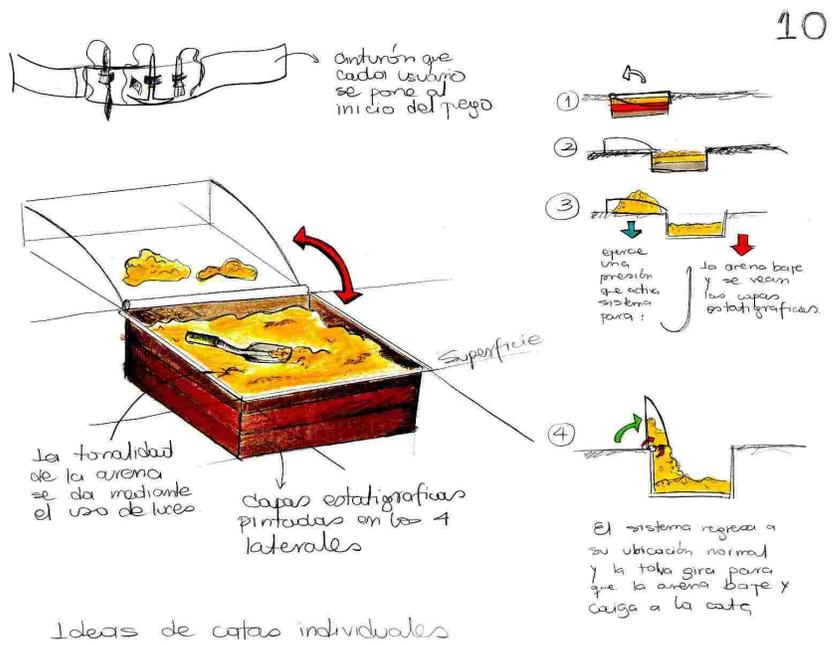


Figura 15: Alternativa de diseño 10.

Fuente: Elaboración propia

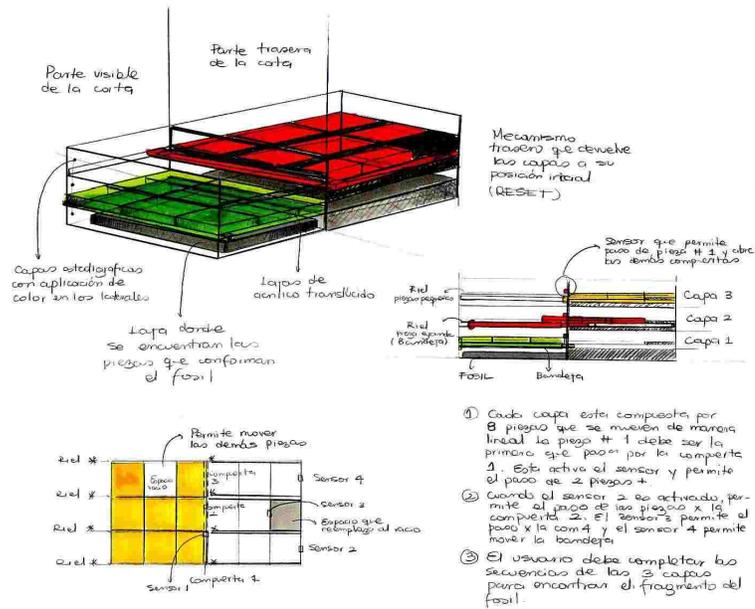


Figura 16: Alternativa de diseño 11.

Fuente: Elaboración propia

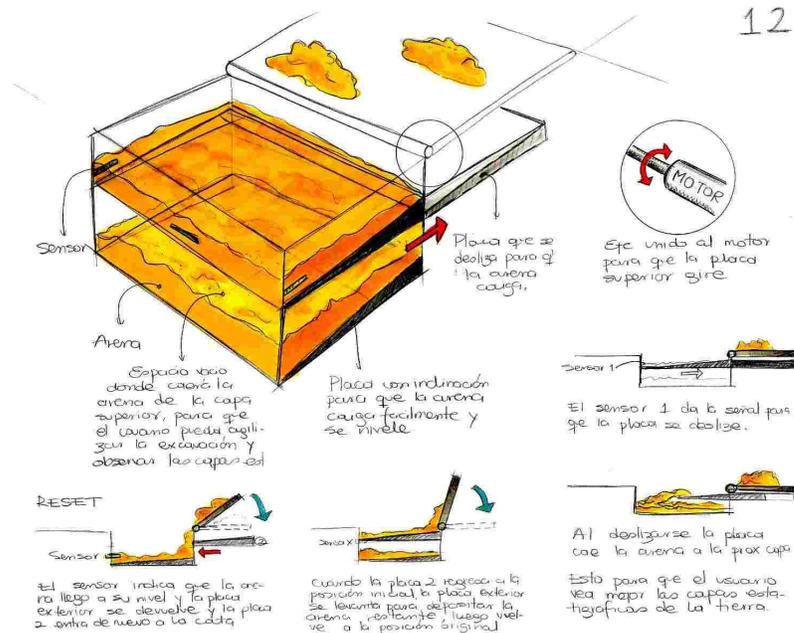


Figura 17: Alternativa de diseño 12.

Fuente: Elaboración propia

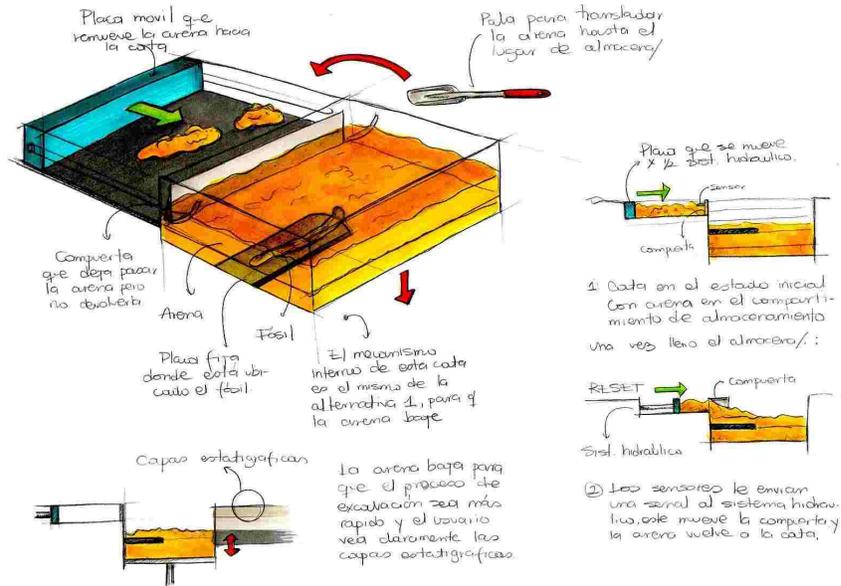


Figura 18: Alternativa de diseño 13.

Fuente: Elaboración propia

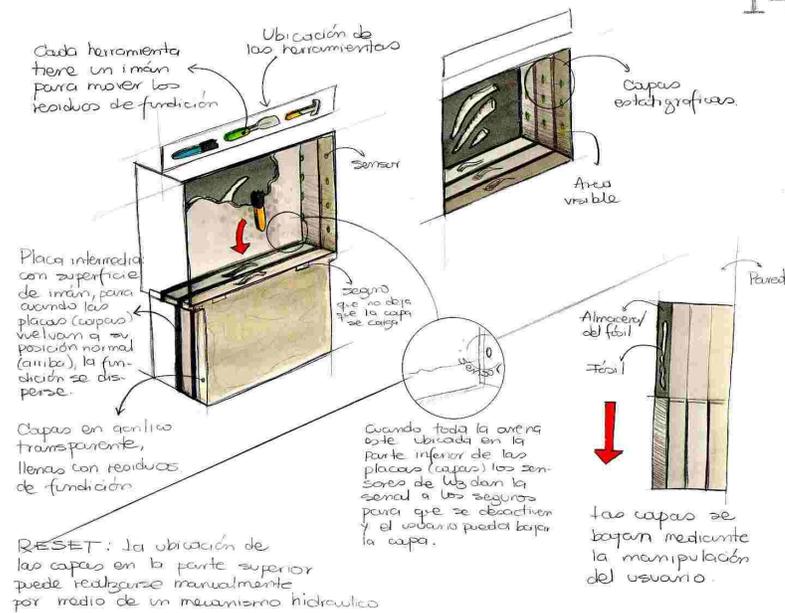


Figura 19: Alternativa de diseño 14.

Fuente: Elaboración propia

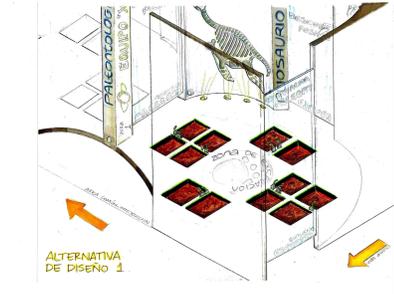
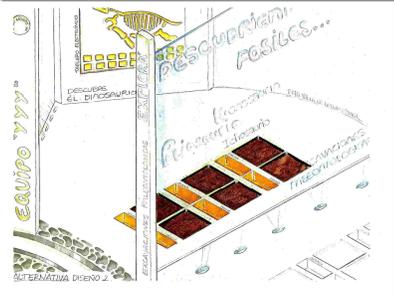
### 5.3 Evaluación y selección del concepto.

Elaboradas y presentadas las diferentes alternativas de diseño, es importante realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de los conceptos generados, esto con el fin de tener una base sólida que justifique la selección de la alternativa que seguirá siendo desarrollada.

La evaluación cualitativa se enfoca en los atributos y ventajas de cada alternativa, ya que en la posterior selección y definición de la alternativa definitiva, estos serán retomados y aplicados en su mayoría en el diseño final, con el fin de obtener una mejor y más completa propuesta de diseño, que garantice que se cumplirán con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

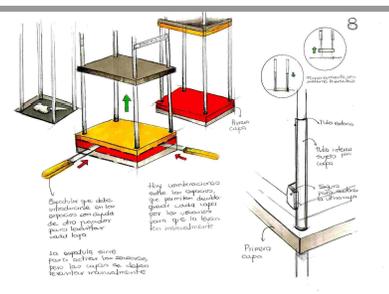
En la tabla 6 se presentan los atributos más relevantes de cada una de las alternativas generadas, los cuales son evaluados a criterio de las autoras.

Tabla 6: Atributos alternativas de diseño

	ALTERNATIVA	ATRIBUTOS
ALTERNATIVA 1	 <p>ALTERNATIVA DE DISEÑO 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El fósil se encuentra en una plataforma con apariencia de roca (cercano a la realidad).</li> <li>○ La cata tiene una luz que ilumina directamente el fósil cuando es hallado por el usuario.</li> <li>○ El proceso de excavación incluye arena.</li> <li>○ Disminución de la cantidad de arena para agilizar el proceso de excavación.</li> </ul>
ALTERNATIVA 2	 <p>ALTERNATIVA DISEÑO 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El tablero electrónico facilita el proceso de reset de la experiencia.</li> <li>○ Se requiere un mayor grado de observación por parte de los usuarios (mayor desafío).</li> <li>○ El proceso de excavación incluye arena.</li> <li>○ El fósil se encuentra en una plataforma con apariencia de roca (cercano a la realidad).</li> <li>○ Disminución de la cantidad de arena para agilizar el proceso de excavación.</li> </ul>

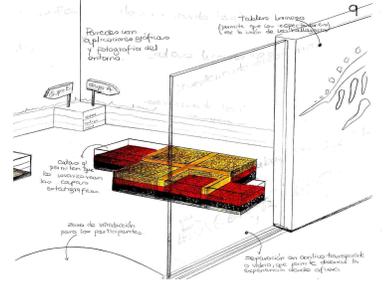
<p>ALTERNATIVA 3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El área de armado con el esqueleto en 3D del pliosaurio, es un factor que llama la atención y ayuda en la ambientación de la experiencia.</li> <li>○ El fósil se encuentra en una plataforma con apariencia de roca (cercano a la realidad).</li> <li>○ El proceso de excavación incluye arena.</li> <li>○ Disminución de la cantidad de arena para agilizar el proceso de excavación.</li> </ul>
<p>ALTERNATIVA 4</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La exposición del fósil por medio del martillado, es diferente y es cercano a la realidad.</li> </ul>
<p>ALTERNATIVA 5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El fósil se encuentra en una plataforma con apariencia de roca (cercano a la realidad).</li> <li>○ El fósil se encuentra en una plataforma con apariencia de roca (cercano a la realidad).</li> <li>○ El proceso de excavación incluye arena.</li> <li>○ Disminución de la cantidad de arena para agilizar el proceso de excavación.</li> </ul>
<p>ALTERNATIVA 6</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambio de material entre las diferentes capas de excavación (arena, roca y lajas).</li> </ul>
<p>ALTERNATIVA 7</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Humo que simula el polvo cuando se abre la roca.</li> <li>○ Apertura inesperada de las rocas después de martillar.</li> <li>○ Muestra que los fósiles se encuentran en rocas.</li> </ul>

ALTERNATIVA 8



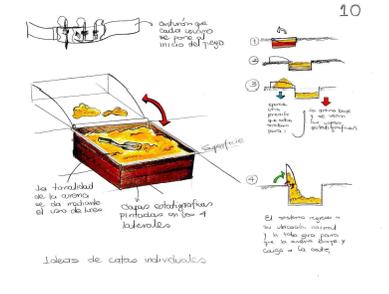
- o La combinación de claves para subir las capas representa un desafío para los usuarios.

ALTERNATIVA 9



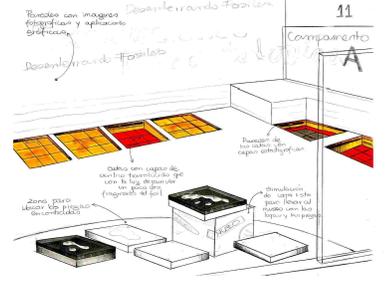
- o Visibilidad de las capas estratigráficas en las catas por el cambio de color entre estas y el acrílico transparente dentro del que se encuentran.

ALTERNATIVA 10



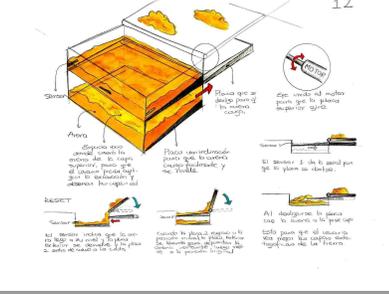
- o Cinturón con herramientas como parte del vestuario.
- o El proceso de excavación incluye arena.

ALTERNATIVA 11



- o Recolección del fósil en cajas de museo y en las lajas de roca.
- o Visibilidad en el área de armado desde la vista superior de las lajas de roca que son halladas, para escoger el tipo de fósil que se ha encontrado.
- o Visibilidad del fósil mediante el paso de la luz por el acrílico traslucido.

ALTERNATIVA 12



- o El proceso de excavación incluye arena.
- o Disminución de la cantidad de arena para agilizar el proceso de excavación.

ALTERNATIVA 13		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El proceso de excavación incluye arena.</li> <li>○ Disminución de la cantidad de arena para agilizar el proceso de excavación.</li> </ul>
ALTERNATIVA 14		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mayor comodidad del usuario durante la interacción, pues se encuentra parado.</li> <li>○ El efecto del movimiento de la fundición es llamativo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6 se presenta la matriz de evaluación utilizada para la evaluación cuantitativa de las alternativas de diseño; en esta se presentan los criterios más relevantes tenidos en cuenta para la calificación de los conceptos generados, con sus respectivos pesos, los cuales son asignados de acuerdo a la importancia del cumplimiento del criterio en la calificación total; a cada alternativa se le asigna un valor<sup>18</sup> dependiendo del cumplimiento de esta respecto al criterio que esta siendo evaluado; esta matriz es una guía en el proceso de selección de la mejor alternativa de diseño.

Los criterios de evaluación surgen del análisis del PDS y del criterio de las autoras como los factores más importantes a tener en cuenta en la selección de la mejor alternativa de diseño. La calificación obtenida por cada alternativa, es dada a criterio personal de las autoras.

<sup>18</sup> La calificación es 5: cumple muy bien el criterio; 3: cumple parcialmente el criterio y 1: no cumple con el criterio.

Tabla 7: Matriz de evaluación de alternativas de diseño.

CRITERIOS	PESO	ALTERNATIVA													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Complejidad mecanismos cata.	6	5	3	1	3	5	5	5	5	5	1	1	5	3	5
Confiabilidad en el funcionamiento.	14	5	5	3	5	3	1	5	5	5	1	5	5	5	3
Cantidad de piezas.	5	3	3	1	5	3	5	3	3	3	3	1	3	3	5
Complejidad manufactura.	5	5	5	3	1	5	5	3	5	5	3	5	5	5	5
Cantidad procesos de manufactura.	5	3	3	3	3	5	5	5	5	5	3	5	5	3	5
Claridad de instrucciones.	12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	3
Facilidad de manipulación.	14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Similitud con la realidad.	7	5	5	5	3	5	5	5	1	1	5	1	5	5	1
Eficiencia del reset.	10	1	3	1	5	3	1	5	5	5	3	3	3	3	5
Facilidad de mantenimiento.	10	3	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	5	3	5
Seguridad en la interacción.	12	5	3	3	3	5	3	3	3	5	5	5	3	3	3
<b>TOTAL</b>	100	4,2	4,04	3,24	4	4,22	3,8	4,56	4,38	4,42	3,5	3,4	4,46	4,04	3,96

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la anterior matriz de evaluación, la alternativa que mejor cumple con los criterios de evaluación es la alternativa 7 (ver figura 12), a partir de esta y retomando los atributos más relevantes de los otros conceptos (ver tabla 6), se genera, desarrolla y plantea la alternativa definitiva.

## 6 DESARROLLO DEL PRODUCTO.

Un componente clave que la alternativa seleccionada debe cumplir, es indiscutiblemente, el acercamiento con la realidad, pues cada usuario o espectador debe sentir que se encuentra en un yacimiento paleontológico real donde pueda vivir una experiencia muy similar a la que los paleontólogos o participantes visuales de esta actividad viven.

Elementos como la escenografía, las herramientas utilizadas por los expertos, el tipo de suelo, las capas estratigráficas y el fósil encontrado son fundamentales para recrear una excavación paleontológica. Es por esto, principalmente, que la alternativa seleccionada tiene gran potencial, ya que provee componentes que permiten que los usuarios realicen un papel muy cercano al desempeñado por un paleontólogo especializado en fósiles vertebrados durante la etapa de extracción y reconstrucción de la anatomía de los hallazgos.

La alternativa definitiva (ver figura 20) esta compuesta por los atributos más destacados de todas las propuestas que componen la fase creativa del proyecto, no solo a nivel de conceptos reales sino también a nivel de lúdica en el aprendizaje (asombro, descubrimiento y diversión).

La experiencia consiste en un juego donde dos equipos compiten, dentro de un yacimiento paleontológico, para lograr encontrar restos fósiles de un cronosaurio y reconstruir su anatomía en un esqueleto principal que solo está conformado por algunas piezas que se extrajeron anteriormente. El equipo que logre desenterrar las piezas restantes y ubicarlas en el esqueleto en el menor tiempo, será el ganador.

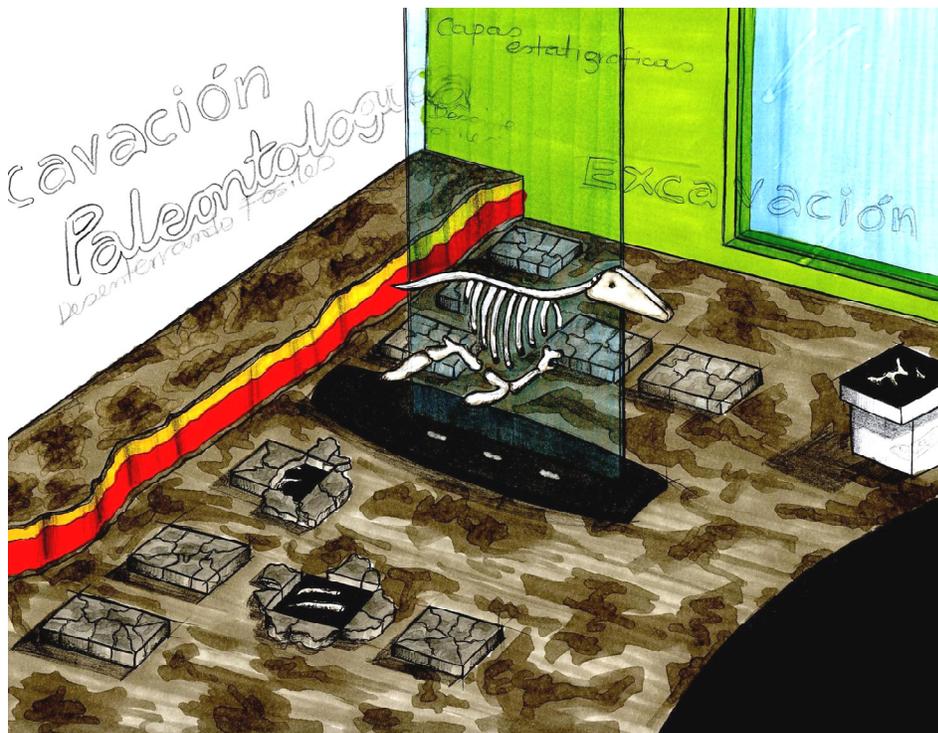


Figura 20: Render propuesta escenografía alternativa seleccionada.

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, a nivel de aprendizaje lúdico se fomenta el trabajo individual (mediante la manipulación directa del usuario con los objetos) y el trabajo grupal (mediante la manipulación indirecta que es posible gracias a la interacción con los demás integrantes del equipo). También se crea curiosidad, ganas de aprender y de participar en un desafío, mediante la escenografía, las luces, los sonidos, los elementos ocultos, el esqueleto a completar, la participación de otro equipo dispuesto a ganar, es decir todo el conjunto de herramientas motivacionales que van a lograr como resultado asombro, descubrimiento y una retroalimentación inmediata para que cada usuario se divierta y asimile de una manera más fácil conceptos propios de la paleontología y procedimientos de extracción y reconstrucción de los fósiles.

Por otro parte, la escenografía cumple con una función clave, ya que es el punto de encuentro del usuario con otros individuos, con objetos, imágenes y sonidos,

que recrean una excavación en Villa de Leiva, Colombia. Además presenta al usuario conceptos básicos de geología como las capas estratigráficas y el suelo rocoso<sup>19</sup>, donde comúnmente se encuentran los fósiles vertebrados de edades similares a la del cronosaurio.

Como se muestra en la figura 21, el área de la experiencia está diseñada para que cada etapa tenga un espacio adecuado para su desarrollo y además permite que otros visitantes del museo puedan participar como observadores, mediante divisiones de acrílico transparente que permiten la visualización.

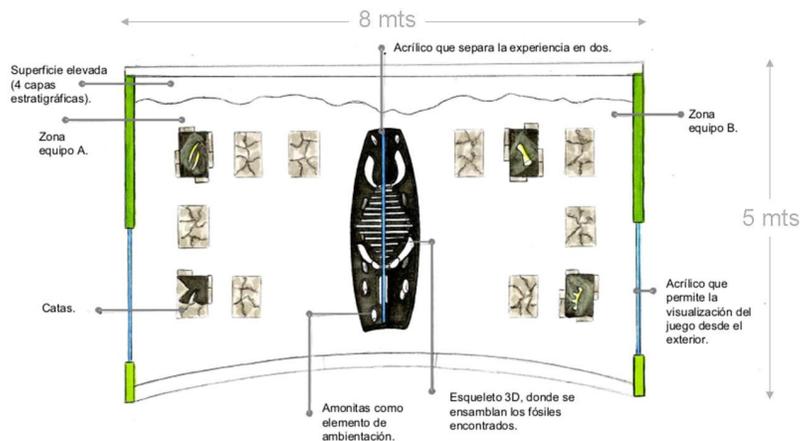


Figura 21: Propuesta distribución espacial.

Fuente: Elaboración propia.

La experiencia se desarrolla en tres etapas:

La primera es una introducción que mediante imágenes y video explica de manera fácil y rápida conceptos básicos de paleontología y les brinda a los usuarios las reglas del juego y los procedimientos claves que deben seguir. Desde un principio

<sup>19</sup> El suelo es rocoso debido a la compactación de la tierra por soportar capas estratigráficas superiores durante millones de años.

se le aclara al usuario que el área de excavación ya ha pasado por varias fases del proceso paleontológico, que el suelo está aplanado y que otros paleontólogos ya han encontrado algunas piezas, pero que necesitan extraer las restantes, lo cual es una tarea de gran importancia.

La segunda etapa consta del trabajo individual, donde cada usuario debe usar cuidadosamente las herramientas adecuadas para extraer cada pieza perteneciente al fósil. Las piezas se encuentran ubicadas al interior de diferentes catas, las cuales están compuestas por ocho rocas que giran verticalmente y que mediante sus grietas permiten que el usuario introduzca los utensilios de trabajo para hacer posible la apertura y el hallazgo de los restos.

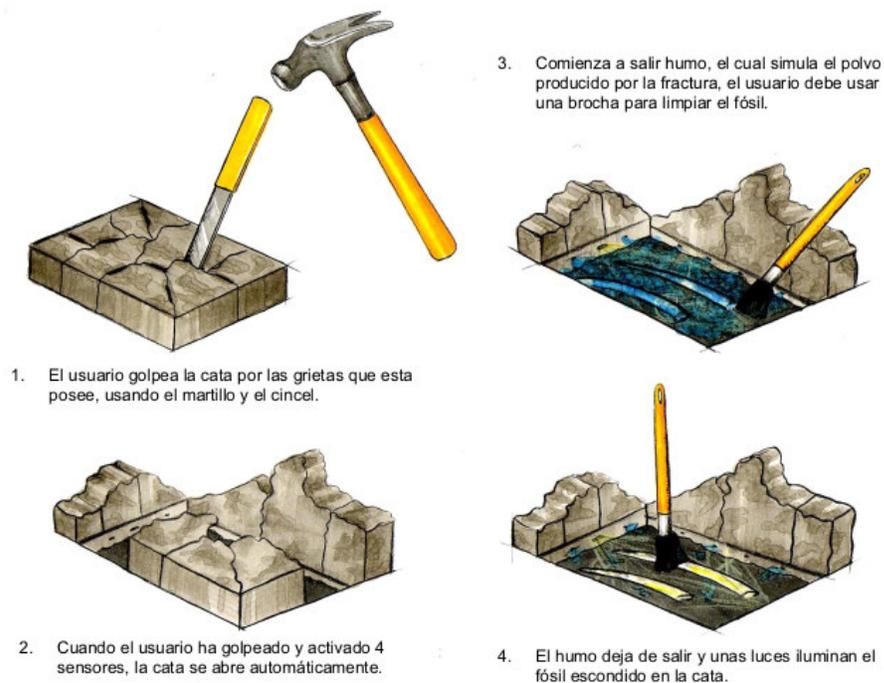


Figura 22: Pasos para encontrar el fósil.

Fuente: Elaboración propia.

Los pasos que cada persona debe seguir se pueden observar en la figura 22. El primer paso es introducir el cincel por las grietas, luego este se debe golpear con

un martillo<sup>20</sup>. Una vez se realice el procedimiento varias veces, cuatro sensores se activan y las rocas comienzan a abrirse, simulando una fractura total de la cata y su caída. Una vez empieza la apertura sale humo del interior, lo cual representa el polvo que se produce por la fractura; este efecto es acompañado de una luz que ilumina el interior de la cata con el fin de crear curiosidad y asombro (ver figura 23). Cuando todas las rocas están abiertas, el usuario utiliza una brocha para limpiar cada pieza del polvo y luego puede sacarla para continuar con la experiencia. Como parte del juego y como ocurre en la realidad, algún participante puede no encontrar nada luego de realizar los pasos anteriores.



Figura 23: Efectos especiales de la propuesta de diseño.

Fuente: Elaboración propia.

La tercera y última etapa es la ubicación de todas las piezas en el esqueleto principal, mediante un trabajo en equipo. Aquí se establece cual es el grupo ganador; en su espacio se encienden más luces y sonidos indicando su victoria, mientras en el espacio del equipo contrario algunas luces se apagarán. Ver figura 24.

<sup>20</sup> El cincel y el martillo no son reales. Están fabricados con resina para evitar accidentes con los usuarios y evitar un deterioro más rápido en los demás elementos que conforman la experiencia.

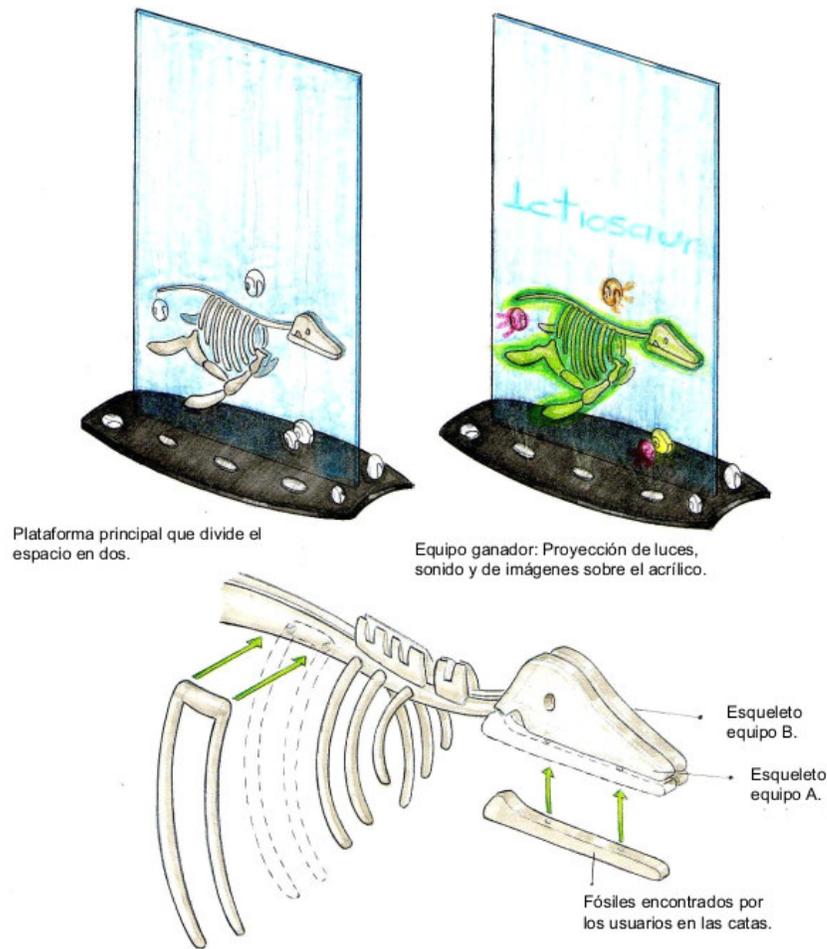


Figura 24: Área de armado del esqueleto 3D.

Fuente: Elaboración propia.

A nivel funcional cada una de las etapas tiene mecanismos y elementos que actúan independientemente a medida que la experiencia se va desarrollando.

La primera etapa consta de un video beam y un espacio adecuado para la proyección del video introductorio; la tercera está compuesta por un sistema de ensamble, sensores y luces, para la reconstrucción del fósil y la finalización del juego; mientras que la segunda etapa tiene un funcionamiento más complejo que permite el descubrimiento y la extracción de las piezas fósiles. Por esta razón para

el desarrollo de cada etapa, se dividió el diseño en tres fases, diseño de la cata, diseño del área de armado y diseño de la escenografía.

### 6.1 Diseño y desarrollo de la cata

La etapa de excavación está conformada por doce catas en total, cada una tiene su propio mecanismo y funciona individualmente. Es necesario garantizar su apertura luego de que el usuario, mediante el cincel y el martillo, haga contacto con los sensores que dan a un sistema electrónico la señal de inicio. Si ésta etapa de la experiencia no se desarrolla correctamente y genera inconvenientes, el juego no puede continuar ya que no es posible la extracción de las piezas; por esta razón es fundamental el correcto funcionamiento de la cata y su facilidad de mantenimiento. Para cumplir con dichos requerimientos se propusieron y evaluaron diferentes mecanismos que son mostrados a continuación:

Alternativa eléctrica 1: conformada por un motor y ocho piñones cónicos que permiten la apertura y cierre de las rocas (ver figura 25).

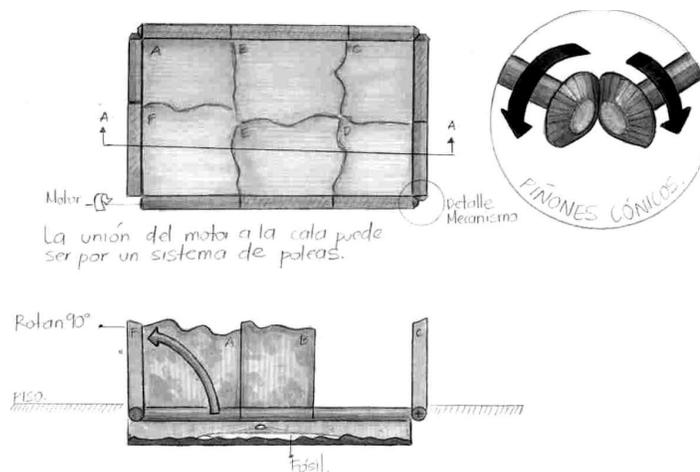


Figura 25: Alternativa piñones cónicos.

Fuente: Elaboración propia.

Alternativa eléctrica 2: conformada por ocho motores que permiten el giro de apertura y cierre de cada una de las ocho rocas, de manera independiente, en tiempos y velocidades diferentes (ver figura 26).

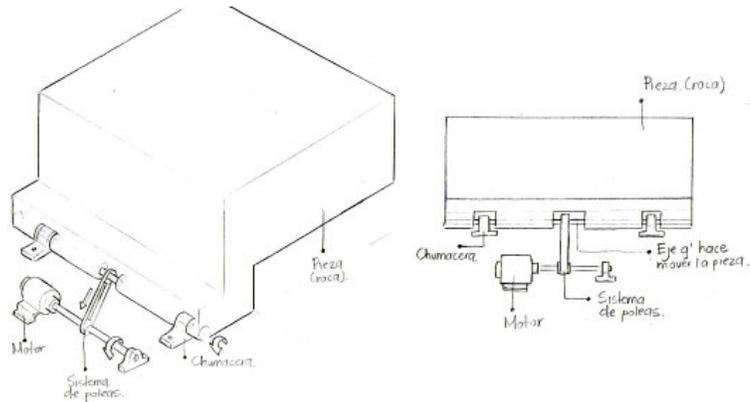


Figura 26: Alternativa eléctrica (motores independientes).

Fuente: Elaboración propia.

Alternativa con sistema neumático 1: conformada por ocho pistones que se desplazan linealmente y permiten el giro de apertura y cierre en diferentes tiempos de las rocas, que se encuentran pivotadas en un eje fijo (ver figura 27).

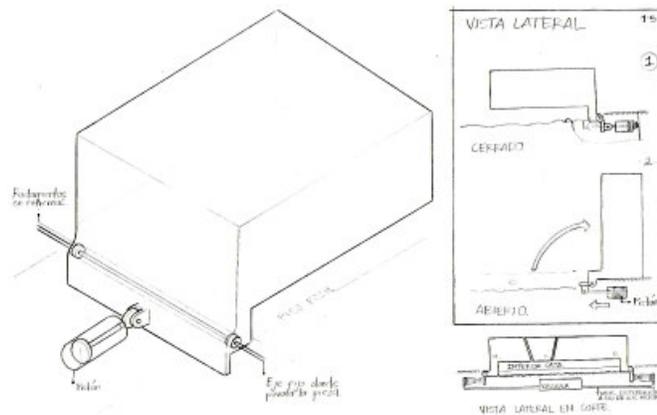


Figura 27: Alternativa neumática 1.

Fuente: Elaboración propia.

Alternativa con sistema neumático 2: conformada por cuatro pistones, cada uno está unido a una pieza diseñada con dos pestañas que empujan las rocas y hacen posible su giro para la apertura. El cierre de las piezas es manual (ver figura 28).

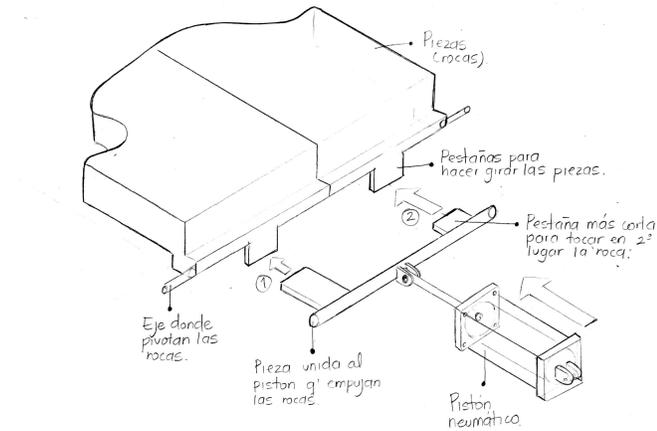


Figura 28: Alternativa neumática 2.

Fuente: Elaboración propia.

Alternativa con árbol de levas: conformado por un motor, un sistema de piñones y poleas que transmiten el movimiento, y un sistema de levas que permiten el giro de las rocas para su apertura y cierre (ver figura 29).

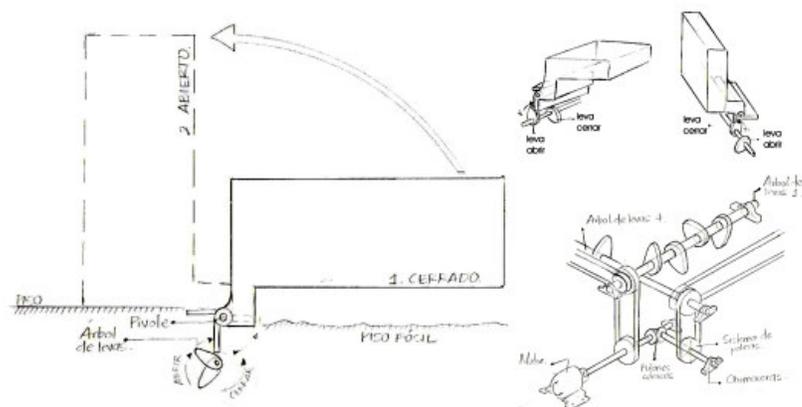


Figura 29: Alternativa con árbol de levas.

Fuente: Elaboración propia.

Alternativa eléctrica con mecanismo de barras: conformada por cuatro motores, cada uno está unido a un eje que al girar permite el desplazamiento de dos piezas que se deslizan por dos barras con rieles independientes, diseñados para que cada roca se abra y se cierre, en tiempos y velocidades diferentes (ver figura 30).

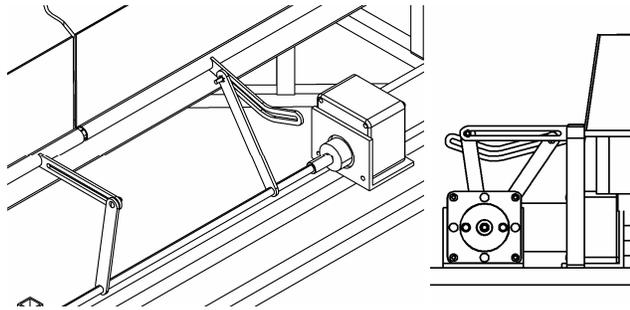


Figura 30: Alternativa con mecanismo de barras. (manivela deslizador).

Fuente: Elaboración propia.

Para seleccionar el mejor mecanismo, se realizó una evaluación cualitativa y cuantitativa de las diferentes alternativas. En la tabla 8 se presentan las ventajas y desventajas de cada una de las propuestas y en la tabla 9 se presenta su respectiva evaluación cuantitativa. La evaluación y calificación presentadas son asignadas a criterio de las autoras.

Tabla 8: Ventajas y desventajas de los mecanismos propuestos para la cata.

Alternativas	Ventajas	Desventajas
Eléctrica 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil fabricación del mecanismo</li> <li>• Fácil mantenimiento</li> <li>• No apertura manual de la cata por parte del usuario y el bajo costo</li> <li>• Ocupa poco espacio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura de las rocas en velocidades y tiempos iguales, lo cual hace que el efecto de apertura sea menos real.</li> </ul>
Eléctrica 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura de las rocas en velocidades y tiempos variados</li> <li>• Fácil fabricación del mecanismo</li> <li>• Fácil mantenimiento</li> <li>• No apertura manual de la cata por parte del usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es más costosa que la alternativa eléctrica con rieles.</li> <li>• Por tener mayor cantidad de motores, la probabilidad de que uno de ellos se averíe o presente inconvenientes es mayor.</li> </ul>

Neumático 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apertura de las rocas en velocidades y tiempos variados</li> <li>Fácil fabricación del mecanismo</li> <li>Fácil mantenimiento</li> <li>No apertura manual de la cata por parte del usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Su costo es muy elevado.</li> </ul>
Neumático 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apertura de las rocas en velocidades y tiempos variados</li> <li>Fácil fabricación del mecanismo</li> <li>Fácil mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es posible que el usuario abra la cata manualmente antes que el mecanismo comience a funcionar.</li> <li>Es la alternativa que ocupa mayor espacio.</li> </ul>
Árbol de levas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fácil mantenimiento</li> <li>Apertura de las rocas en velocidades y tiempos variados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difícil fabricación de las levas.</li> <li>Es posible que el usuario abra la cata manualmente antes que el mecanismo comience a funcionar.</li> </ul>
Eléctrica con mecanismo de barras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apertura de las rocas en velocidades y tiempos variados</li> <li>Fácil fabricación del mecanismo, fácil mantenimiento</li> <li>No apertura manual de la cata por parte del usuario</li> <li>Bajo costo comparado con la alternativa eléctrica 2 y los sistemas neumáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocupa mayor espacio que las demás alternativas eléctricas.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Evaluación cuantitativa de los mecanismos propuestos para la cata.

Alternativas	Funcionalidad	Mantenimiento	Costo	Dificultad de fabricación	Total
Eléctrica 1	2	4	5	5	16
Eléctrica 2	5	4	3	4	16
Neumático 1	5	5	1	5	16
Neumático 2	3	5	2	4	14
Árbol de levas	3	4	4	3	14
Eléctrica con mecanismo de barras	5	4	4	4	17

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la anterior evaluación, la mejor alternativa es el mecanismo de barras, ya que es la solución que mejor cumple con los requerimientos y criterios de evaluación.

Seleccionado el mecanismo encargado de la apertura de la cata, se continúa con el diseño de detalle, en esta fase se define la geometría de las partes y las especificaciones de los diferentes componentes. Cada cata esta conformada por ocho rocas, delimitadas por las grietas que posee cada cata y distribuidas de manera tal que a la hora de la apertura se abran de a dos rocas para cada uno de los lados de esta (ver figura 31).

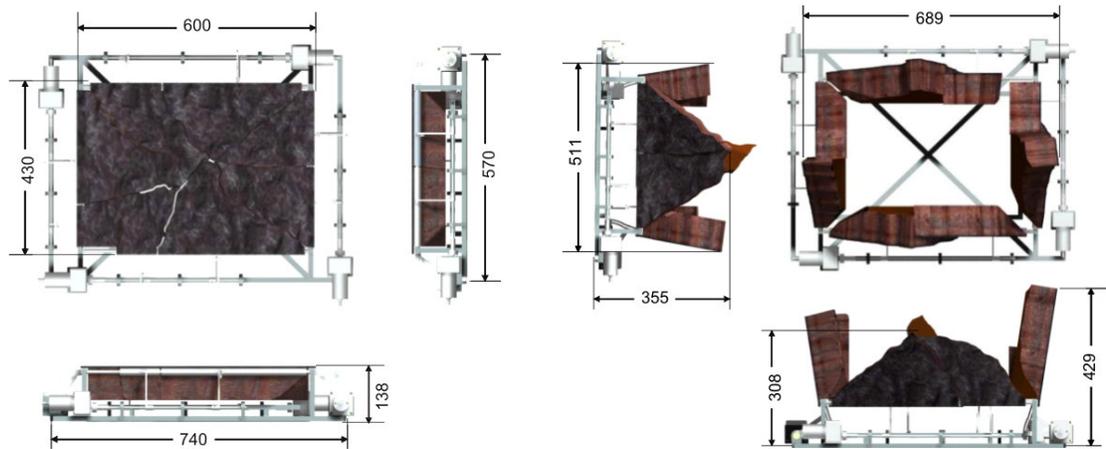


Figura 31: Geometría cata.  
Fuente: Elaboración propia.

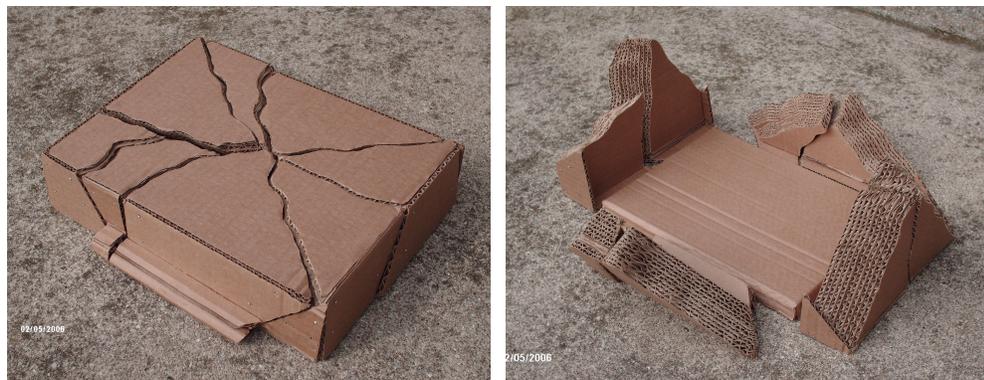


Figura 32: Maqueta de la cata escala 1:2.  
Fuente: Elaboración propia.

Para su funcionamiento se tiene un sistema mecánico (mecanismo de barras) y uno electrónico (microcontrolador).

El sistema mecánico es el encargado de simular la fractura de la roca, logrado por el mecanismo de barras seleccionado anteriormente. Una vez el usuario ha activado cuatro sensores ubicados en el interior mediante el martillado, las alas de cada cata abren de manera secuencial a períodos de tiempo determinados, tal como se muestra en la figura 33. (Para el reset de la experiencia la secuencia de cerrado se da en sentido contrario a la secuencia de la apertura.)

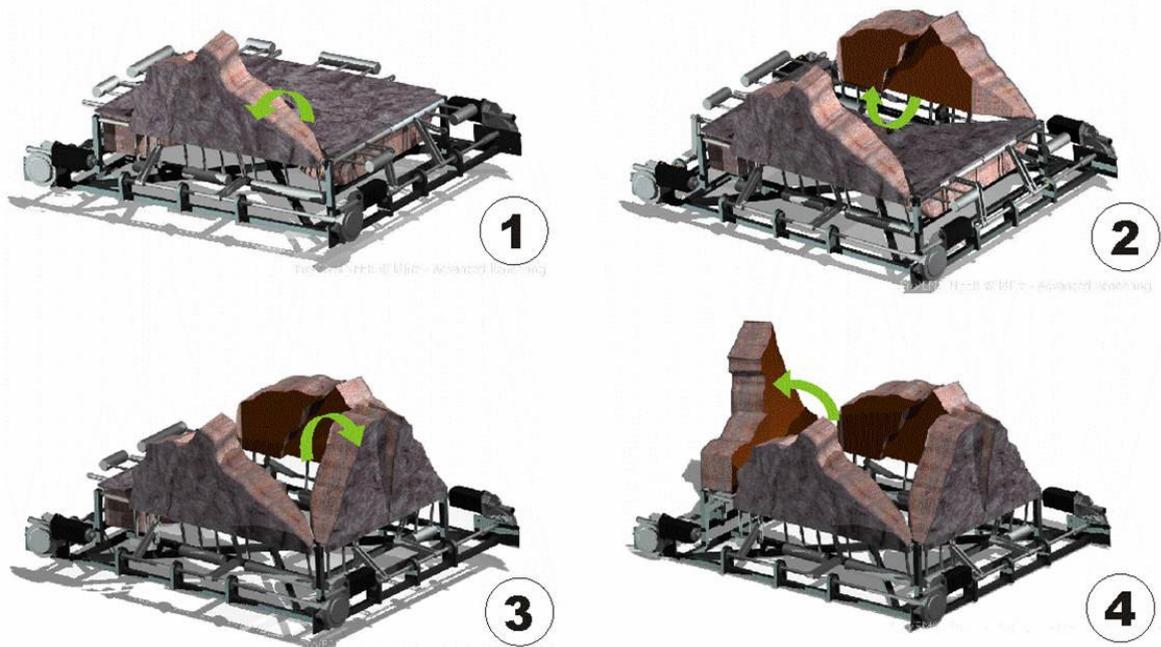


Figura 33: Secuencia apertura de las rocas.

Fuente: Elaboración propia.

Cada una de las alas, está compuesta por dos rocas que abren de manera simultánea, a diferentes velocidades y que terminan con un ángulo final distinto; la roca que gira a mayor velocidad termina su recorrido a un ángulo de  $98^\circ$  y la otra finaliza a un ángulo de  $90^\circ$  (ver figura 34 y tabla 10).

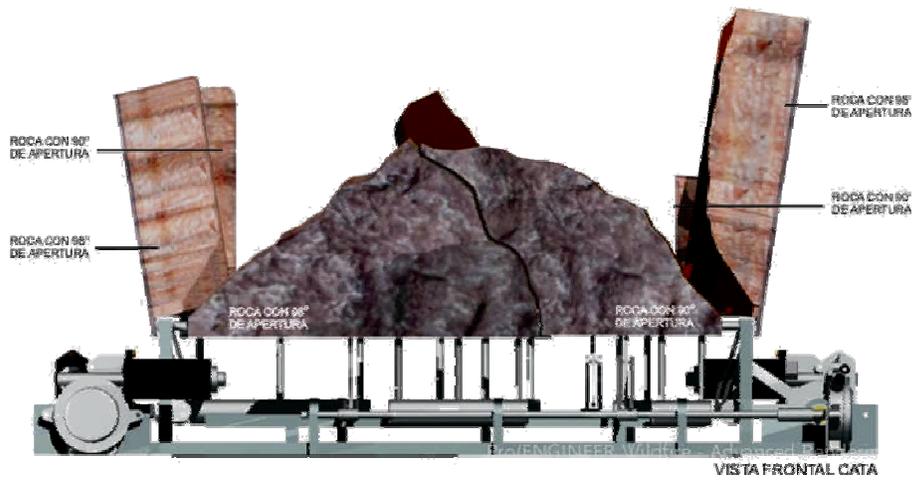
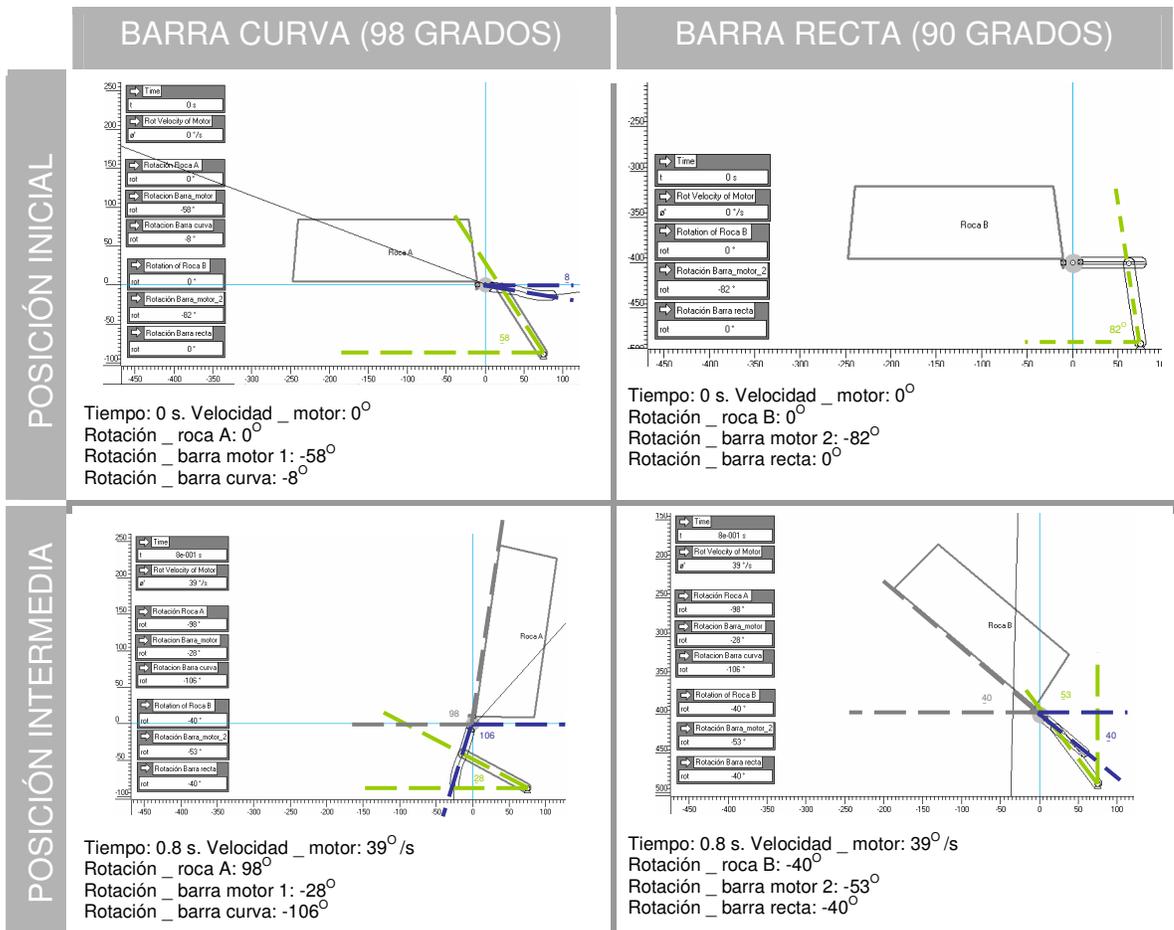
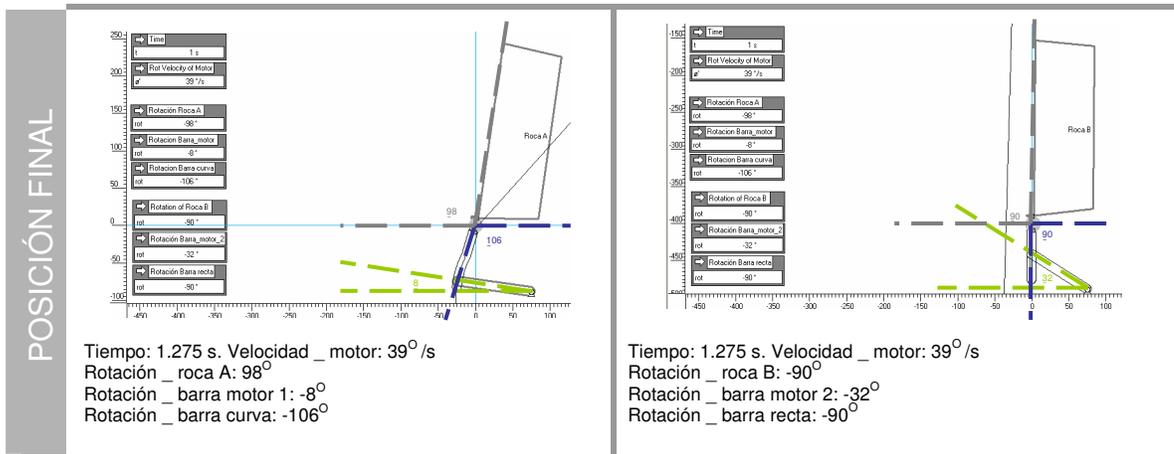


Figura 34: Ángulo de apertura de las rocas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Simulación mecanismo en Working Model.





Fuente: Elaboración propia.

Para lograr el efecto de la apertura de las rocas a diferentes velocidades y con diferentes ángulos, se definieron las geometrías de las barras y el recorrido de cada una para cumplir con las especificaciones del diseño; en la figura 35, se puede observar el desarrollo geométrico de ambas barras con las cuales se garantiza el correcto funcionamiento del sistema.

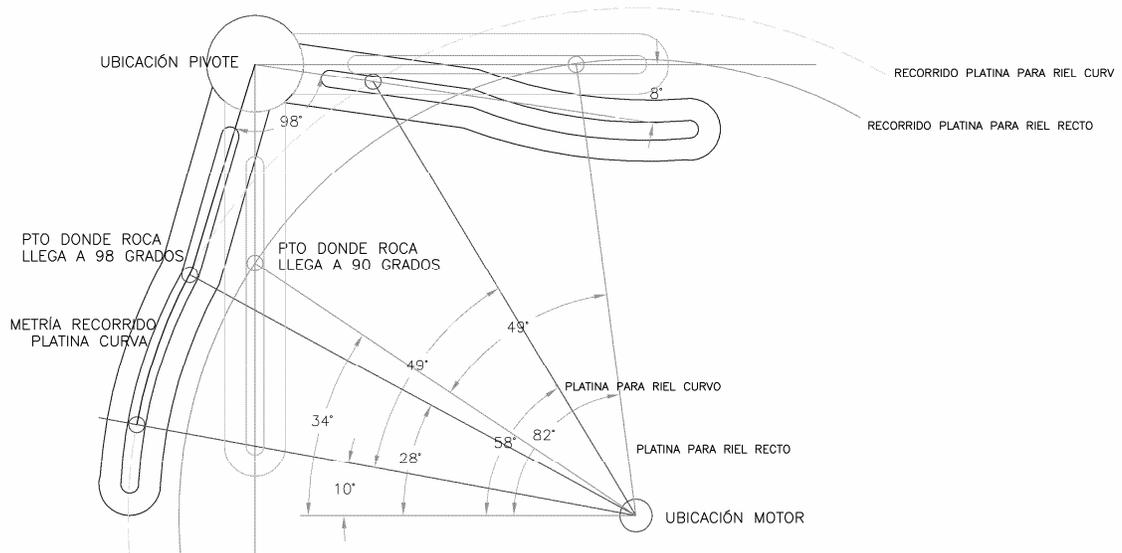


Figura 35: Desarrollo geométrico del mecanismo de barras.

Fuente: Elaboración propia.

Cada una de las alas esta compuesta por un motoreductor (1) (ver tabla 11 especificaciones motor), encargado de hacer girar el eje (2) donde se encuentran unidas las barras A (3), que se deslizan por los rieles de las barras B (4), unidas a las rocas (5); además de los otros componentes necesarios para unir cada pieza a la estructura y a los demás elementos que componen la cata (ver figura 36). Otras piezas fundamentales para el funcionamiento son los contrapesos (6) que cada roca tiene en su extremo, y cuya función son la de ayudar al motor a vencer el torque inicial que este debe realizar para iniciar la apertura.

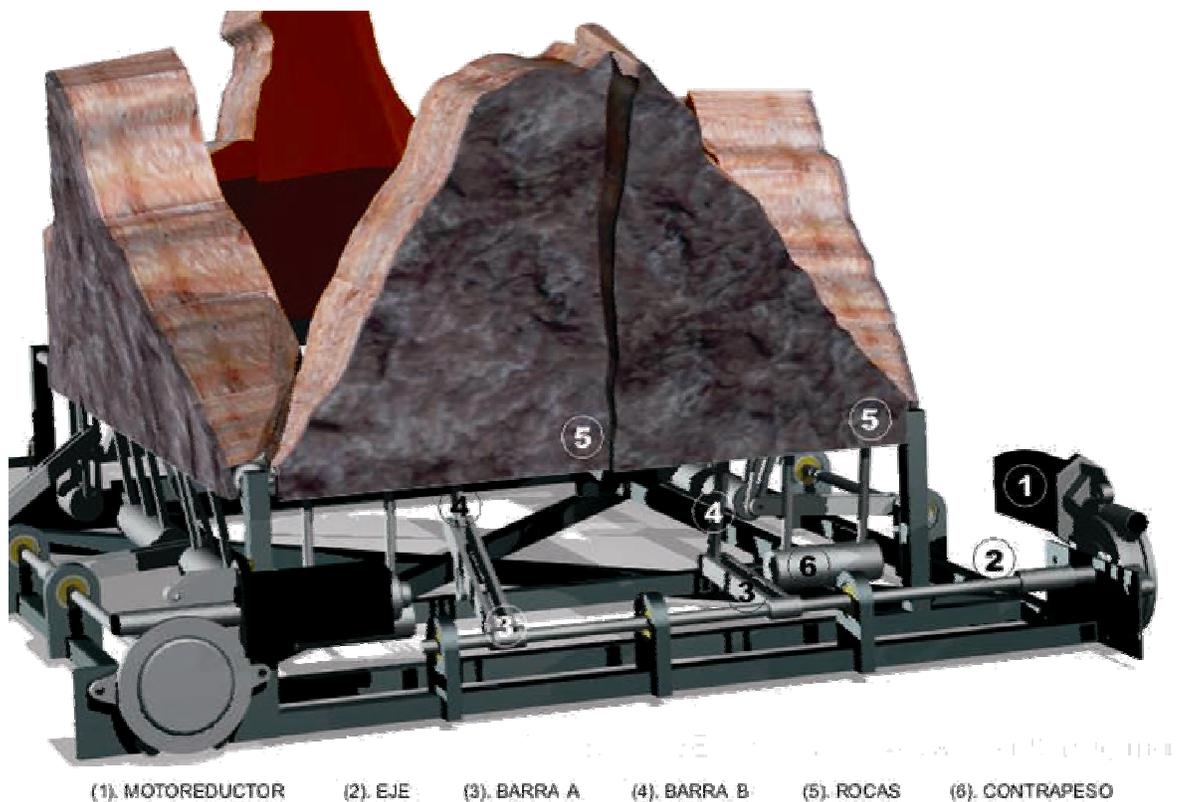


Figura 36: Componentes mecanismo en cada ala.

Fuente: Elaboración propia.

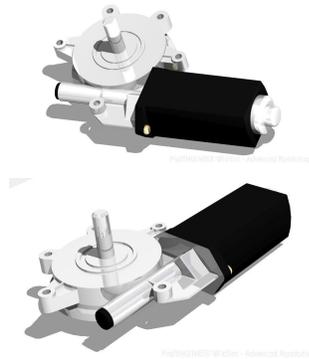
Tabla 11: Pesos de las rocas y contrapesos.

ROCA	PESO	CONTRAPESO	ROCA	PESO	CONTRAPESO
1	700 gr.	124 gr.	5	1100 gr.	437 gr.
2	1208 gr.	900 gr.	6	800 gr.	186 gr.
3	1100 gr.	217 gr.	7	1150 gr.	652 gr.
4	1100 gr.	217 gr.	8	600 gr.	0 gr.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Especificaciones técnicas motoreductor.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
BRAND NAME	JH
DIMENSIONS	39 x 31.0 x 168mm
VOLTAGE RANGE	12 - 24V DC
NO LOAD SPEED	50 - 100rpm
RATIO	1/65
WORKING TEMPERATURE	-40 - +80°C
LIFE	30,000 cycles/min
WEIGHT	510g/pc (approx.)
APPLICATION	car's electric window



Fuente: [http://dg-jhmotor.en.alibaba.com/product/50115181/51226249/WINDOW\\_LIFT\\_MOTOR/Window\\_Regulator\\_Motor.html](http://dg-jhmotor.en.alibaba.com/product/50115181/51226249/WINDOW_LIFT_MOTOR/Window_Regulator_Motor.html). consultado: 30 de septiembre de 2006.

La apertura de cada ala es controlada por un microcontrolador que activa el funcionamiento de cada motor a diferentes tiempos, expulsa el humo que simula el polvo y enciende las luces en el momento indicado; en las figuras 37 y 38 se pueden observar el diagrama con los tiempos para la programación del microcontrolador y el diseño del PIC respectivamente.

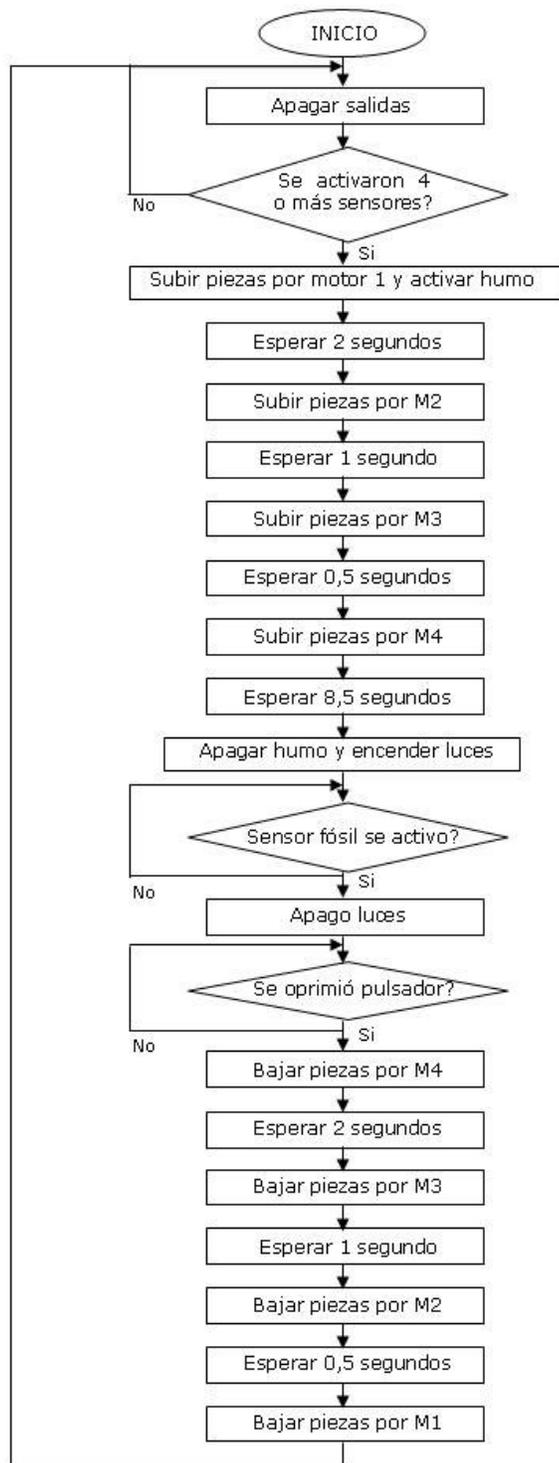


Figura 37: Diagrama de flujo programación electrónica

Fuente: Elaboración Hugo Murillo.

ENTRADAS	SALIDAS
12 sensores	4 motores x2 = 8 salidas
1 pulsador	1 maquina de humo
	1 luces

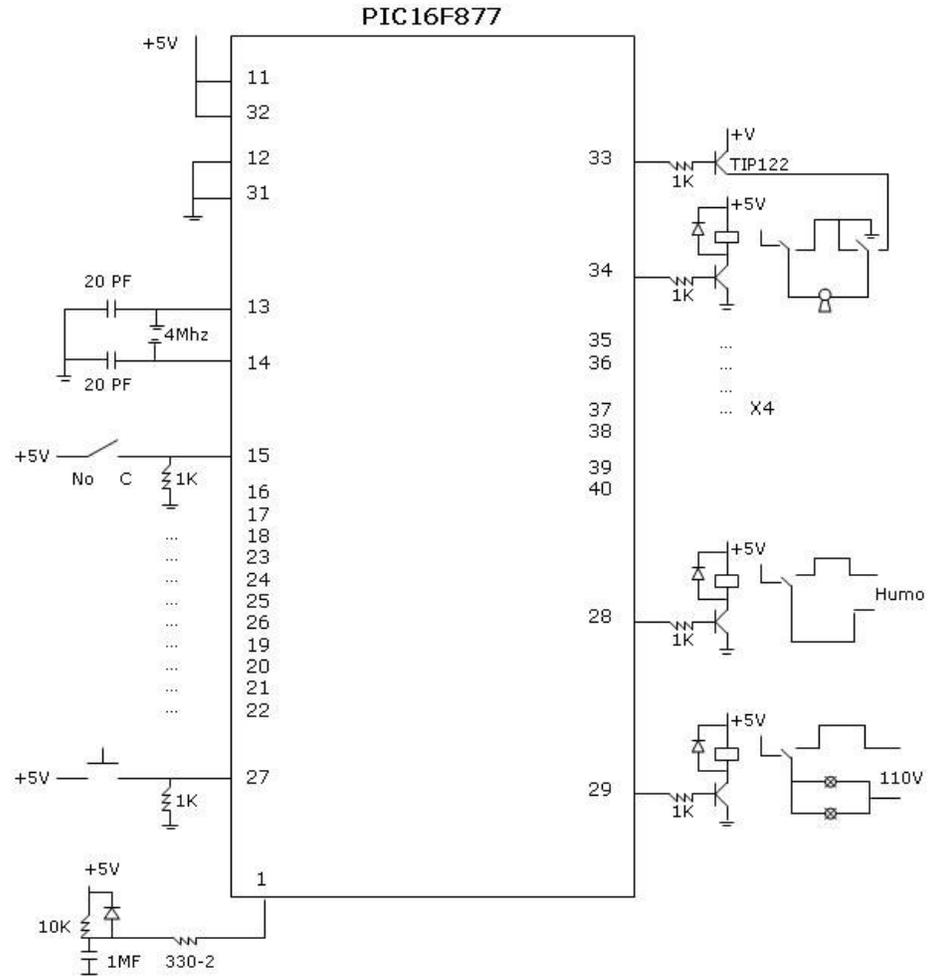


Figura 38: Plano del PIC.

Fuente: Elaboración Hugo Murillo.

El efecto del polvo producido por la fractura, es logrado gracias al uso de una máquina de humo, que es compartida entre varias catas; el humo producido por esta, es distribuido a cada una de las catas por medio de tuberías de PVC. En la tabla 11 se muestran las especificaciones técnicas de la máquina.

Tabla 13: Especificaciones técnicas máquina de humo F 650

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
MARK	CHAUVET
POWER	120V-50Hz AC
FUSE	20mm Glass 5A fase Blow
PREHEAT TIME	4 minutes
FOG OUTPUT	1500 cubic ft per minute
TANK CAPACITY	1 pint
DIMENSIONS	241 X 140 X 109 mm
WEIGHT	1.6 Kg



Fuente: <http://www.chauvetlighting.com/system/pdfs/f650.pdf> Consultado: 10 de mayo de 2006.

Al interior de la cata hay 12 microsuiches distribuidos a través de las grietas formadas por las rocas, cuando cuatro de estos son activados por el cincel que introducen los usuarios (Ver figura 39), la roca se abre totalmente y el usuario encuentra en su interior un hueso perteneciente al esqueleto del fósil del cronosaurio (Ver figura 40).

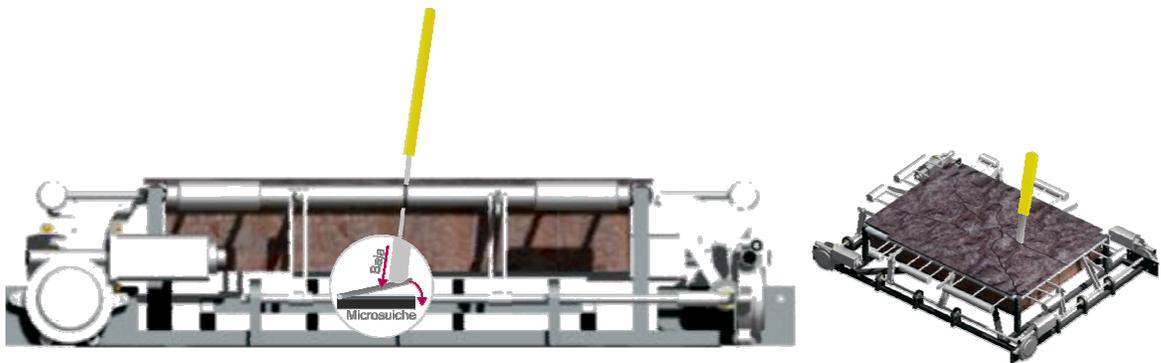


Figura 39: Activación de los microsuiches.

Fuente: Elaboración propia.

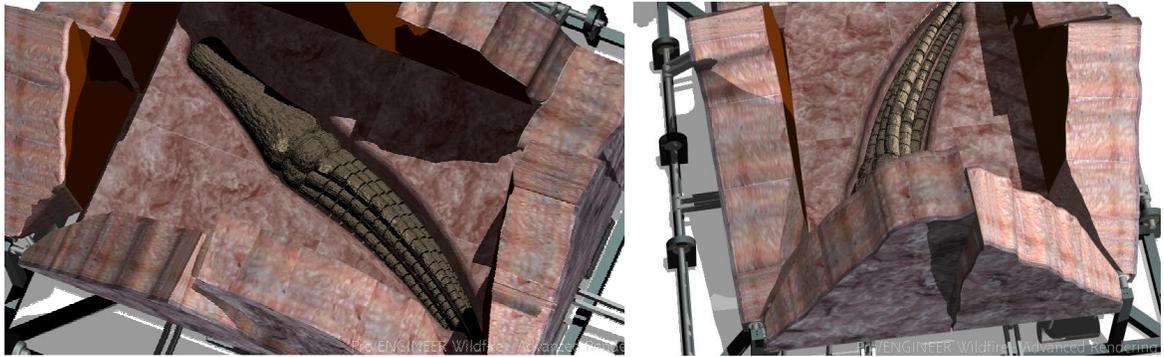


Figura 40: Fósil hallado al interior de la cata.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.1 Construcción de modelo y prototipo

Una vez definido el diseño, se comienza con la construcción del prototipo de una de las catas; todo este proceso es llevado a cabo en las instalaciones de la Universidad por las autoras y con la colaboración de las personas que trabajan en los talleres de modelos, soldadura, electrónica y prototipos. En la tabla 14 se observan algunos pasos del proceso de fabricación.

Tabla 14: Proceso de construcción del prototipo

CONSTRUCCION PROTOTIPO	
 <p>Ensayos rocas</p>	 <p>Molde en yeso para la textura de las rocas</p>



Vaciado de resina para la textura de las rocas



Fabricación de las rocas en Poliuretano y con recubrimiento de masilla.



Fabricación barras



Prototipo fase preliminar

Fuente: Elaboración propia.

## 6.2 Diseño y desarrollo del área de armado

El área de armado está conformada por el esqueleto incompleto de un fósil, donde se ensamblan las piezas encontradas en el área de excavación de cada equipo. Esta etapa de la experiencia es muy importante, ya que es donde culmina el juego y cada integrante puede ver los resultados del trabajo individual y en equipo que se lograron mediante la interacción con cada uno de los componentes del espacio, además puede apreciar el fósil con la totalidad de las piezas.

Como sistema de ensamble de los hallazgos se eligió un esqueleto en tercera dimensión y no un tablero o cualquiera de las demás opciones presentadas en las alternativas de diseño. Esto con el fin de hacer posible un mayor acercamiento del

usuario con la realidad y permitirle una interacción física con el esqueleto, lo cual en los museos de ciencia tradicionales no es posible por la delicadeza de las piezas fósiles y su formato de interacción netamente visual con los objetos.

El fósil previamente ensamblado será un cronosaurio, ya que es una de las especies de reptil marino que ha sido encontrada en Colombia. Su importancia está basada en los años de antigüedad que tiene y en que este espécimen solo ha sido encontrado en tres lugares del mundo: Kansas (USA), Queensland (Australia) y Boyacá (Colombia). Este reptil era un gigante depredador marino que podía medir hasta 12 metros de largo, proveniente de un reptil terrestre y perteneciente al periodo cretáceo, con una edad que oscila entre 115 y 90 millones de años.

El cronosaurio estará ubicado en el centro de la experiencia y será quien delimite las áreas de excavación pertenecientes a cada equipo (Ver figura 41). Media parte del fósil estará disponible para el área A y la otra media para el área B, lo cual hace posible que cada grupo de usuarios pueda interactuar con el esqueleto directamente sin la intervención de integrantes del grupo contrario.

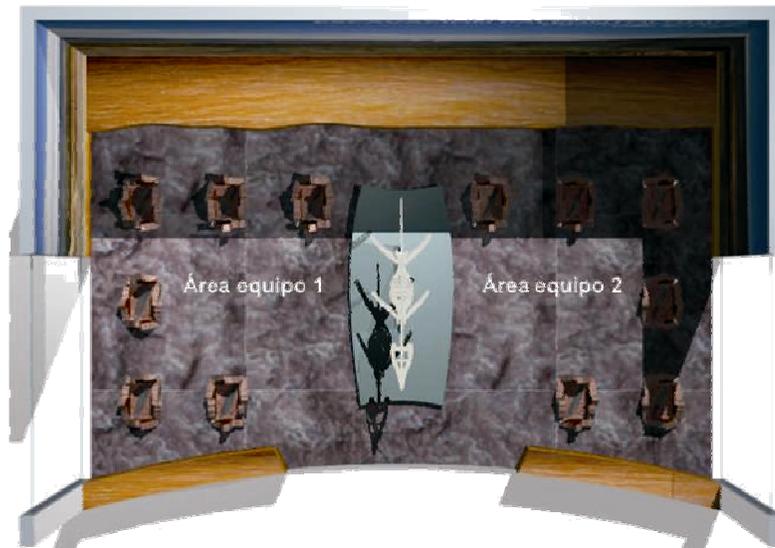


Figura 41: Ubicación del cronosaurio en la experiencia.

Fuente: Elaboración propia.

El área de armado cuenta con un sistema de fijación del fósil, a la escenografía, de fácil ensamble y desensamble, que permite que cada cierto periodo de tiempo las especies fósiles sean cambiadas según los requerimientos del museo Explora, para ofrecerle al usuario versatilidad en la misma experiencia mediante temporadas de diferentes tipos de fósiles. Así como también, permite que el fósil sea ubicado en diferentes lugares si se decide cambiar la disposición de los elementos en el escenario.

El sistema de fijación esta compuesto por dos bases metálicas que se encargan de sostener una placa gruesa de vidrio templado y se fijan al piso a través de pernos de expansión, por partes principales y secundarias del fósil, por tornillos y por una plataforma que delimita el área (Ver figura 42).

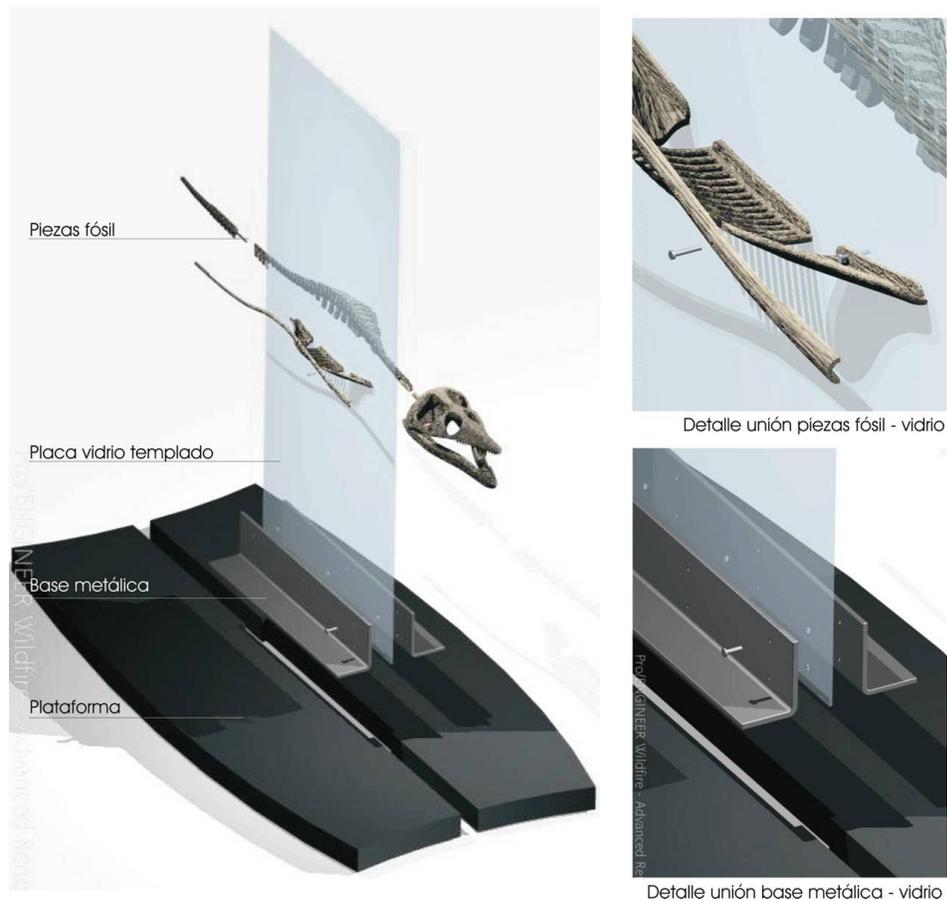


Figura 42: Partes sistema fijación área de armado.

Fuente: Elaboración propia

La función de la placa de vidrio es sostener las principales partes del fósil que a su vez sostienen piezas secundarias fijas y piezas que el usuario se encarga de ensamblar (Ver figura 43).

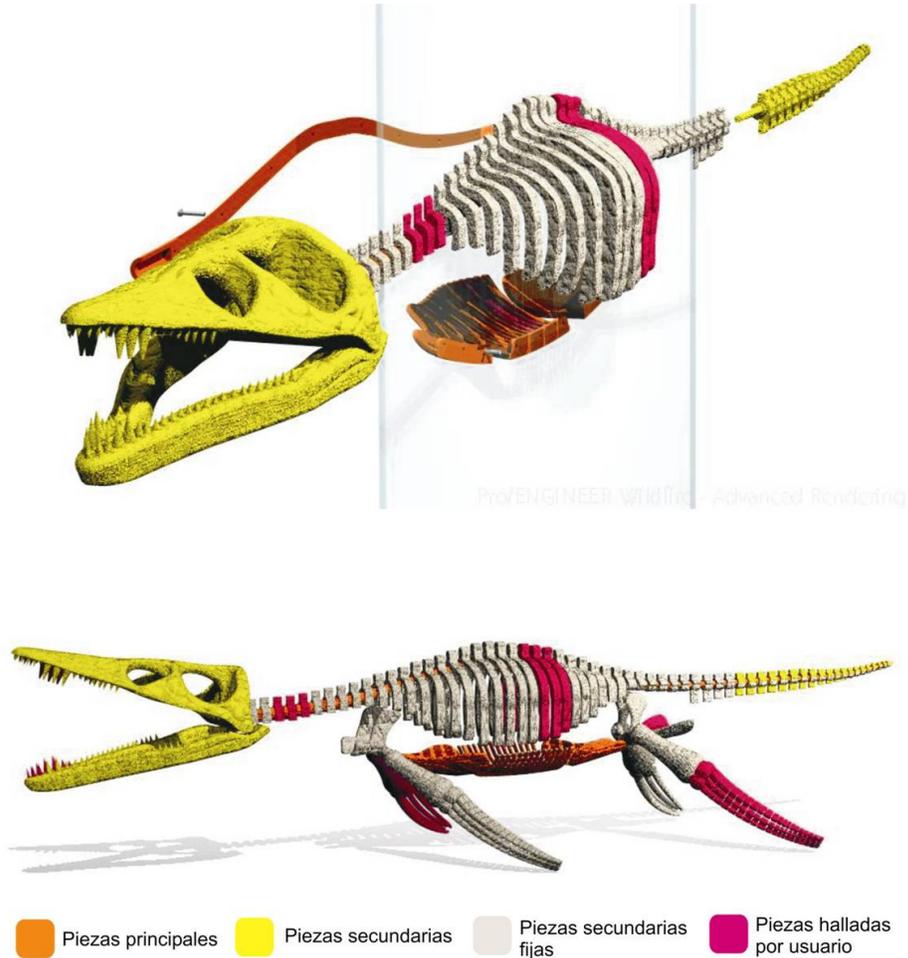


Figura 43: Partes del cronosaurio.

Fuente: Elaboración propia

Cada una de las piezas principales tiene una geometría adecuada que se encaja o se ajusta a la placa de vidrio y orificios con injertos roscados para introducir los tornillos que las fijan (Ver figura 44). La geometría de dichas piezas y el uso de tornillería también permite el ensamble de las piezas secundarias fijas como se puede observar en la figura 45.

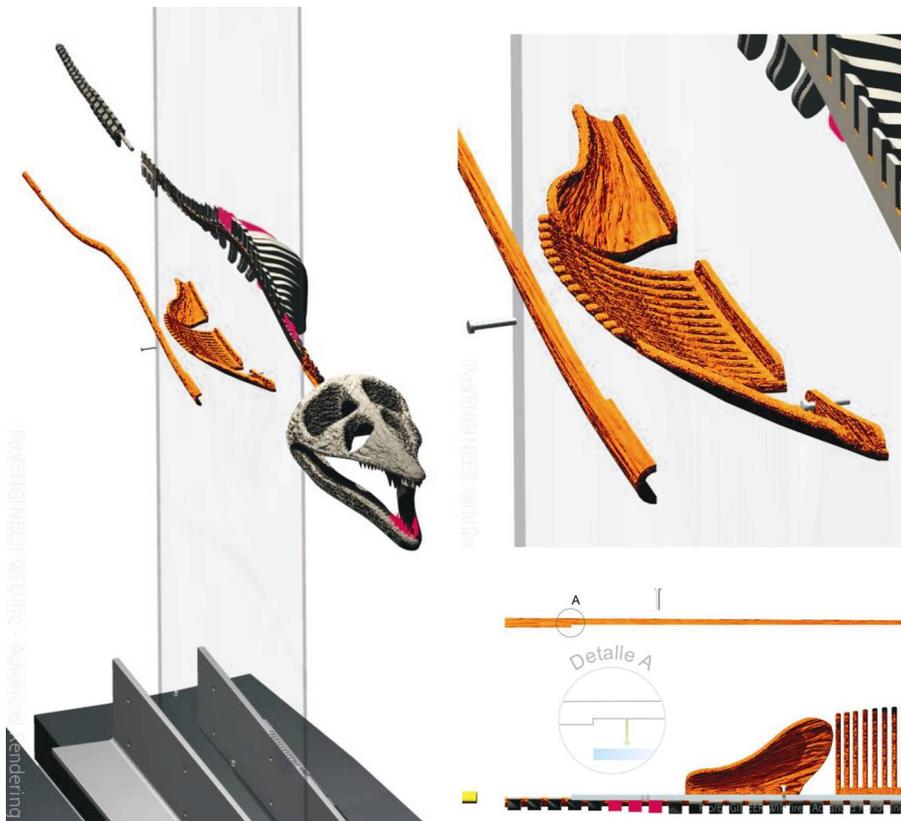
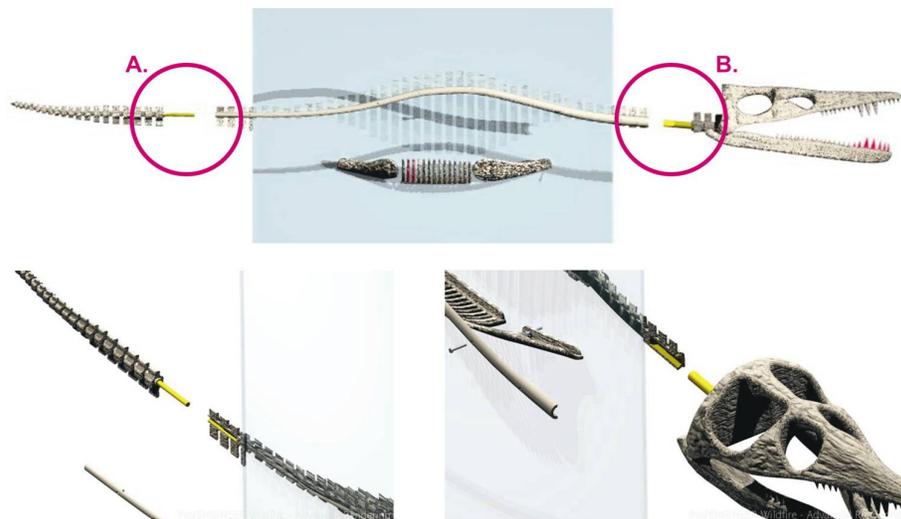


Figura 44: Geometría piezas principales del cronosaurio.

Fuente: Elaboración propia



Detalle A. Ensamble cola

Detalle B. Ensamble cabeza

Figura 45: Ensamble piezas secundarias.

Fuente: Elaboración propia

Las piezas que el usuario se encarga de ensamblar se ubican en las piezas principales y secundarias, mediante tres ejes de diámetros y longitudes diferentes que lo guían para que ubique cada componente en el lugar correcto. Uno de los tres ejes tiene como función principal activar el sensor (fotorresistencia) ubicado en el esqueleto para que mande una señal al sistema electrónico y los dos ejes restantes tienen como fin fijar la pieza al esqueleto y permitir que se sostenga hasta que el guía encargado la retire y la ubique de nuevo en la cata asignada. El sistema de ensamble de dichas piezas se puede observar en la imagen de la figura 46. El material sugerido con el que podrían estar fabricadas las piezas del cronosaurio es una resina de alta resistencia al impacto, y para las piezas que se ensamblan y desensamblan constantemente se sugiere un injerto de aluminio recubierto de resina en los ejes para lograr mayor resistencia.



Figura 46: Sistema de ensamble entre piezas halladas y esqueleto principal.  
Fuente: Elaboración propia



Figura 47: Modelo de la aleta delantera del cronosaurio.  
Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los dos equipos encontrará piezas diferentes a las del equipo contrario, de esta manera una persona que juegue por primera vez en el área A, la próxima podrá jugar en el área B y encontrar otras piezas fósiles distintas. Además esto hace que la experiencia se asemeje un poco más a la realidad y rompa con la uniformidad y la monotonía en el juego. En la imagen 48 se puede ver las piezas que hallará el equipo A y el equipo B.



Fósiles hallados en el área 1

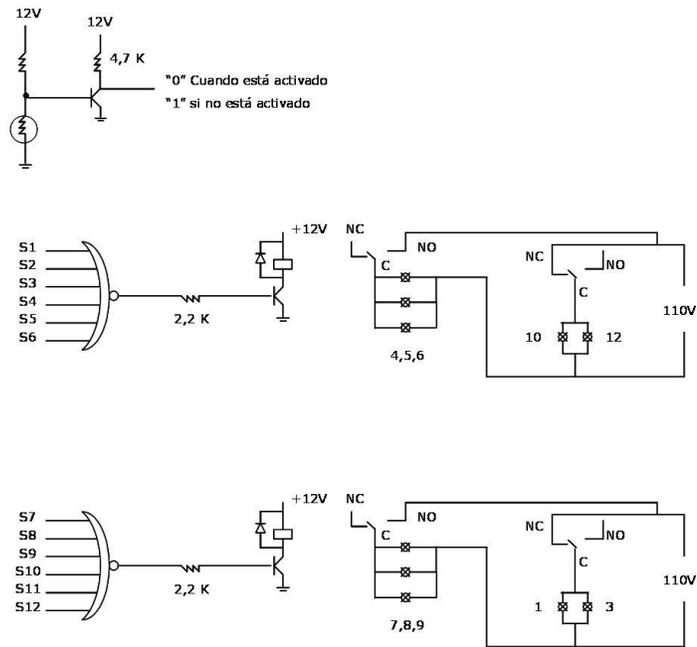


Fósiles hallados en el área 2

Figura 48: Piezas halladas por cada uno de los equipos.

Fuente: Elaboración propia

Una vez, cualquiera de los dos equipos logre ensamblar en su lado del esqueleto la totalidad de las partes halladas, los sensores situados en el fósil enviarán la información al sistema electrónico e inmediatamente las luces y sonidos del área de armado se activarán indicando cual de los dos equipos es el ganador y logró cumplir la misión de encontrar y ensamblar las partes en el menor tiempo. A continuación se puede observar el diseño electrónico necesario para ésta etapa de la experiencia.



Fuente: Elaboración Hugo Murillo

Las luces de las zonas de excavación se encenderán y se apagaran para indicar cual equipo ganó y cual perdió. Las luces se muestran en la figura 50.



Figura 49: Luces en zonas de excavación

Fuente: Elaboración propia

El sistema funciona de la siguiente manera:

Seis luces ubicadas en cada zona de excavación, cerca del área de armado, harán parte del sistema electrónico que indica cual fue el equipo ganador. Tres de

ellas estarán encendidas durante toda la experiencia, pero en el momento que un equipo ubique las seis piezas fósiles en el esqueleto principal, los sensores se activarán y se encenderán las tres luces restantes del equipo ganador, y se apagarán dos de las luces permanentes del equipo perdedor.

De manera que si el equipo A gana: las luces 1, 2 y 3 se encenderán, mientras que las luces 10 y 12 de la zona B se apagarán, como se muestra en la figura 51.



Figura 50: Luces cuando gana equipo A  
Fuente: Elaboración propia

Por el contrario, si el equipo B gana: las luces 7, 8 y 9 se encenderán, mientras que las luces 4 y 6 de la zona A se apagarán, como se muestra en la figura 52.



Figura 51: Luces cuando gana equipo B  
Fuente: Elaboración propia

### 6.3 Diseño y desarrollo del espacio

La escenografía es el espacio que integra cada etapa de la experiencia con el usuario y permite que el juego se desarrolle en las mejores condiciones a través de cada uno de los elementos que la conforman.

Su principal objetivo es contextualizar al usuario en un yacimiento paleontológico (Ver figura 52), para que viva una experiencia muy similar a la realidad y retenga de una manera más efectiva los conceptos que se pretenden transmitir. Esto se logra mediante los siguientes elementos, tanto directamente relacionados con condiciones reales como conceptuales que facilitan la comunicación, la interacción y el aprendizaje de cada individuo:



Figura 52: Board yacimientos paleontológicos.

Fuente: Elaboración propia

Una fotografía en gran escala que sitúa a cada participante, tanto activo como pasivo<sup>21</sup>, en Villa de Leiva (Boyacá), la zona más rica de Colombia en hallazgos paleontológicos, que gracias a sus condiciones climáticas y geológicas ha

---

21 Persona que observa el juego pero no interviene en este físicamente.

favorecido la conservación de especies vertebradas que actualmente implican una gran importancia a nivel científico. Es primordial destacar dicha región, ya que fue la última parte de mar que se seco en el globo terrestre<sup>22</sup>, lo cual explica porque se han encontrado varias especies de reptiles marinos del período cretáceo como cronosaurios, pliosaurios, plesiosaurios e ictiosaurios; además de otras especies marinas, entre ellas amonites y microfósiles.

Capas estratigráficas, que dejan ver al usuario los diferentes tipos de arenas, tierras, arcillas o rocas que se acumulan en el suelo a través de los años y permiten que los científicos analicen su composición para establecer su edad, así como las condiciones climáticas de la época, entre muchos otros factores internos y externos.

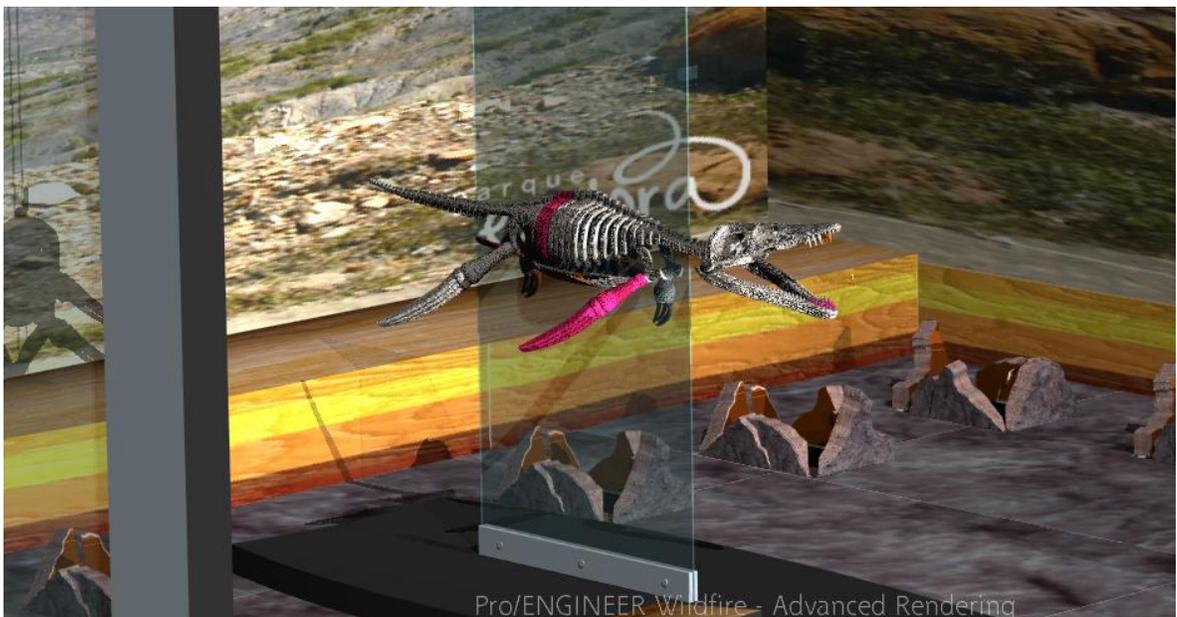


Figura 53: Capas estratigráficas.

Fuente: Elaboración propia

<sup>22</sup> Noticia RCN: Científicos encontraron un fósil de dinosaurio en Villa de Leyva. <http://www.rcnnoticias.com.co/noticia.php3?nt=7339>. [Consulta: 10 de febrero de 2006].

Texturas, que simulan el suelo rocoso y arenoso de la región. Además están presentes en el piso, cada cata y en las capas estratigráficas distribuidas en la mayor parte del escenario.

Grietas, que no solo son otro factor que ayuda a simular el suelo rocoso sino que también permiten que el usuario reconozca posibles lugares donde puede encontrar piezas del fósil e interactúe con la cata, permitiendo su funcionamiento al introducir las herramientas adecuadas.

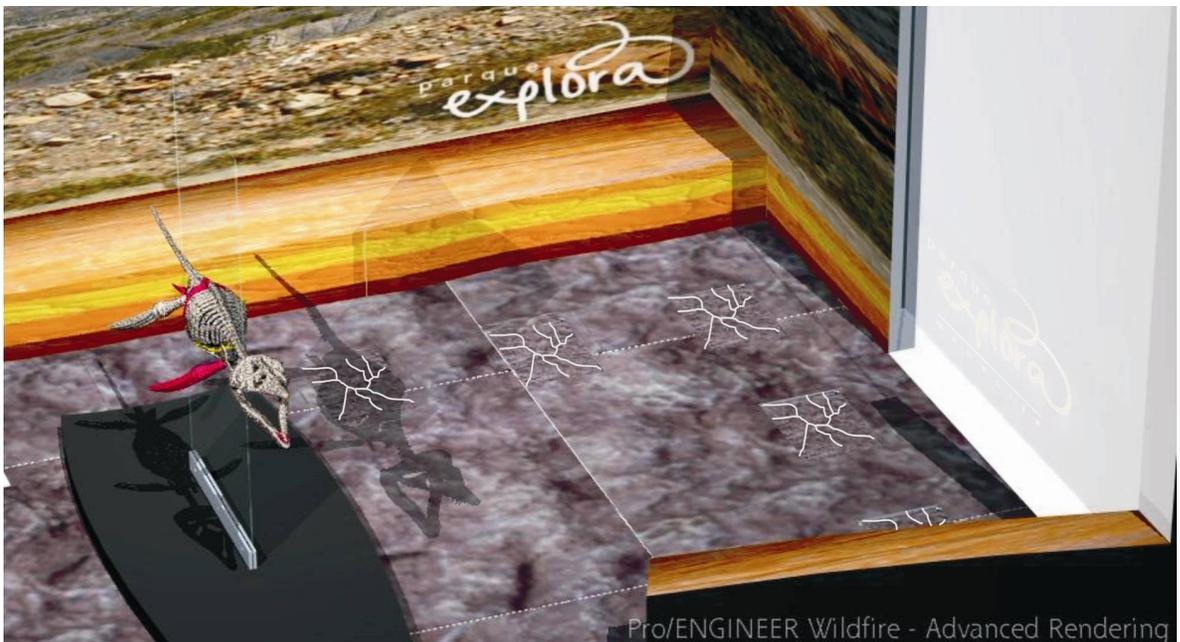


Figura 54: Grietas y texturas en el escenario.

Fuente: Elaboración propia

Las zonas de excavación, definen el área de juego de ambos equipos (A y B) para que este se desarrolle de una manera adecuada y con un espacio suficiente que no ponga en riesgo las piezas del fósil ni la comodidad de los jugadores. Es en estas zonas donde están ubicadas las catas. Su razón de ser es que en algunas excavaciones paleontológicas se acostumbra dividir las áreas de búsqueda para lograr un trabajo más ordenado, rápido y efectivo.

Las catas, simulan las rocas ya que es en éstas donde comúnmente se encuentran los fósiles, son de los elementos principales de la experiencia y tienen una interacción más directa con el usuario. Su principal objetivo es generar curiosidad, asombro, descubrimiento y finalmente diversión, lo cual unido con el resto de los elementos que componen la escenografía logran maximizar dicho objetivo, transmitir conocimientos y estimular el aprendizaje. Las catas están integradas con el escenario y no rompen con la armonía en formas y texturas que este maneja, ya que están ubicadas a ras del piso principal (rocoso) que se maneja en toda el área (ver figura 55). Además permiten versatilidad en la ubicación de los elementos del espacio ya que son sistemas modulares que funcionan independientemente, lo que facilita futuras reformas y cambios en la disposición de la escenografía en el momento que la sala Colombia Geodiversa lo requiera. La escenografía debe ser instalada sobre una plataforma de 15 cm, con el fin de permitir la instalación de las catas para que toda el área del piso este al mismo nivel y el usuario no se tropiece con nada



Figura 55: Ubicación de la cata con relación al piso rocoso.

Fuente: Elaboración propia

La delimitación de las áreas más delicadas de la experiencia, mediante cintas naranjas usualmente utilizadas por los paleontólogos para separar las zonas frágiles donde se pueden fracturar las piezas fósiles cuando se aplica peso sobre su superficie. El uso de éstas cintas acerca al usuario con la realidad y le indica que no debe pisar las áreas delimitadas, ya que puede ocasionar daños. (Ver figura 56)

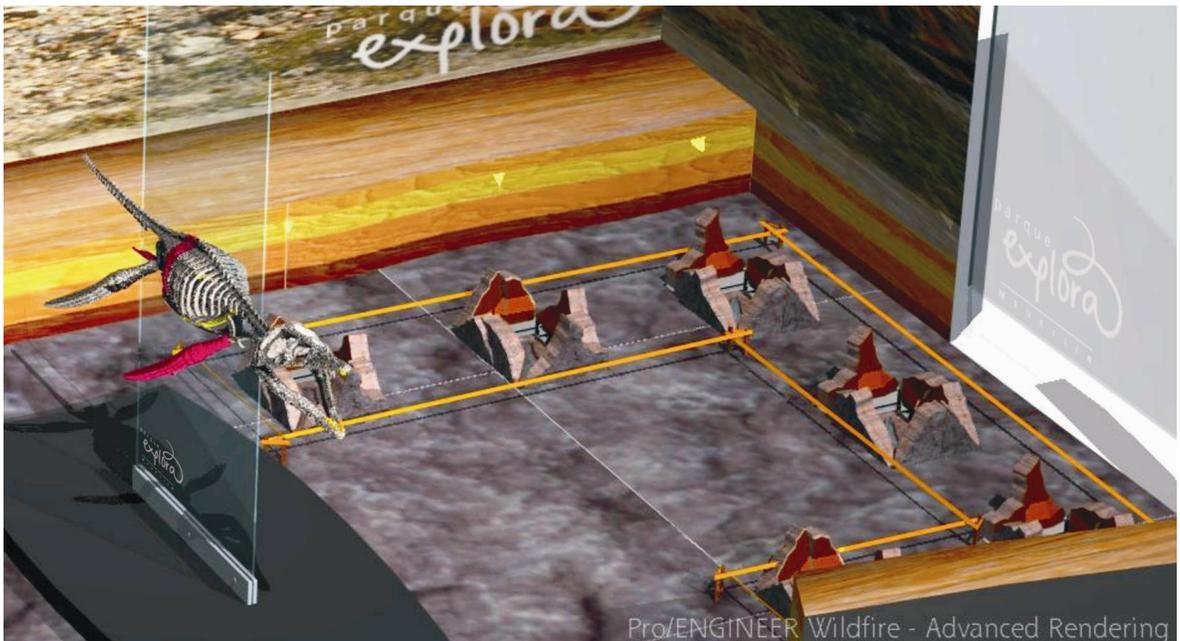


Figura 56: Delimitación de las áreas delicadas.

Fuente: Elaboración propia

El área de armado, como se dijo anteriormente tiene la función, dentro de la escenografía, de separar las áreas de excavación y por lo tanto las zonas del juego (A y B). Es el límite entre un equipo y otro.

El fósil preensamblado y las piezas halladas, tienen la importante tarea de hacer que el usuario sienta que esta viendo y tocando un fósil real, mediante sus formas orgánicas, su color y su textura. Al igual que las catas, son las piezas que mayor interacción tienen con el usuario. Permiten que este las manipule, lo contrario a las

piezas fósiles reales pertenecientes a museos de ciencia tradicionales, donde están delimitadas por cuerdas o almacenadas dentro de superficies en vidrio y no tienen contacto alguno con el visitante. El tener expuesto el fósil en tres dimensiones dentro de la escenografía le da a ésta un toque especial y el permitir que los usuarios ensamblen las partes encontradas y lo manipulen, les da la oportunidad de tener un acercamiento más real al trabajo que realizan los paleontólogos y convierte la experiencia en algo inolvidable.



Figura 57: Ubicación del área de armado en el escenario.

Fuente: Elaboración propia

Las separaciones de vidrio, permiten visualizar la experiencia desde el exterior de manera que también existen participantes pasivos que pueden observar y aprender sobre conceptos paleontológicos. Padres de familia, abuelos o personas adultas que no deseen estar dentro de la experiencia, pueden divertirse también observando el juego desde el exterior. Estas separaciones, de igual manera, hacen posible que los participantes activos sientan que están dentro de la excavación pero a la vez que no olviden que se encuentran dentro de la sala

Colombia Geodiversa, es decir, ver la escenografía desde el interior o el exterior permite que la experiencia se integre a su entorno.



Figura 58: Visualización desde el exterior.

Fuente: Elaboración propia

Los elementos gráficos, ubicados en el interior y en el exterior de la escenografía, refuerzan los conceptos aprendidos durante la experiencia y proveen información básica y adicional tanto para los participantes activos como para los pasivos.

La proyección del video introductorio, es un elemento que dinamiza la explicación de los conceptos básicos y de las reglas del juego, mediante imágenes que revelan la dinámica paleontológica real y la de la experiencia, de una manera fácil y divertida. Es decir, ayuda a que los participantes del juego entiendan como es una excavación paleontológica y como deben realizar los procedimientos correctamente. Para la proyección del video es necesario un video beam y un telón que se despliega y se guarda en la entrada del escenario. (Ver figura 59)



Figura 59: Proyección video de introducción.

Fuente: Elaboración propia

Las herramientas básicas usadas por los paleontólogos para la etapa de extracción de las piezas fósiles: cincel, martillo y brocha. Estas son herramientas características de esta actividad, por lo tanto acercan a un más al usuario con la realidad y permiten crear la sensación de estar realizando el mismo trabajo de un paleontólogo. El martillo, el cincel y la brocha estarán ubicados dentro de un cinturón que le será entregado a cada participante al inicio de la experiencia; cada equipo tendrá cinturones de diferente color, para diferenciarse entre sí. El cinturón almacenará de manera permanente las herramientas pero con un amplio rango de movilidad, a través de una cuerda, para que el usuario se sienta más cómodo, no se le involaten las herramientas durante el juego y a la vez para que las personas no se las lleven accidentalmente (Ver figura 60).



Figura 60: Cinturón.

Fuente: ilustró Juan Guillermo Hoyos.

El espacio además de los elementos descritos anteriormente cuenta con una zona de almacenamiento para que el guía respectivo se encargue de guardar los cinturones al finalizar la jornada, guarde información adicional sobre la experiencia (cartillas para regalar), etc. Con el fin evitar que los cinturones queden ubicados en cualquier lugar y se genere desorden en la escenografía.

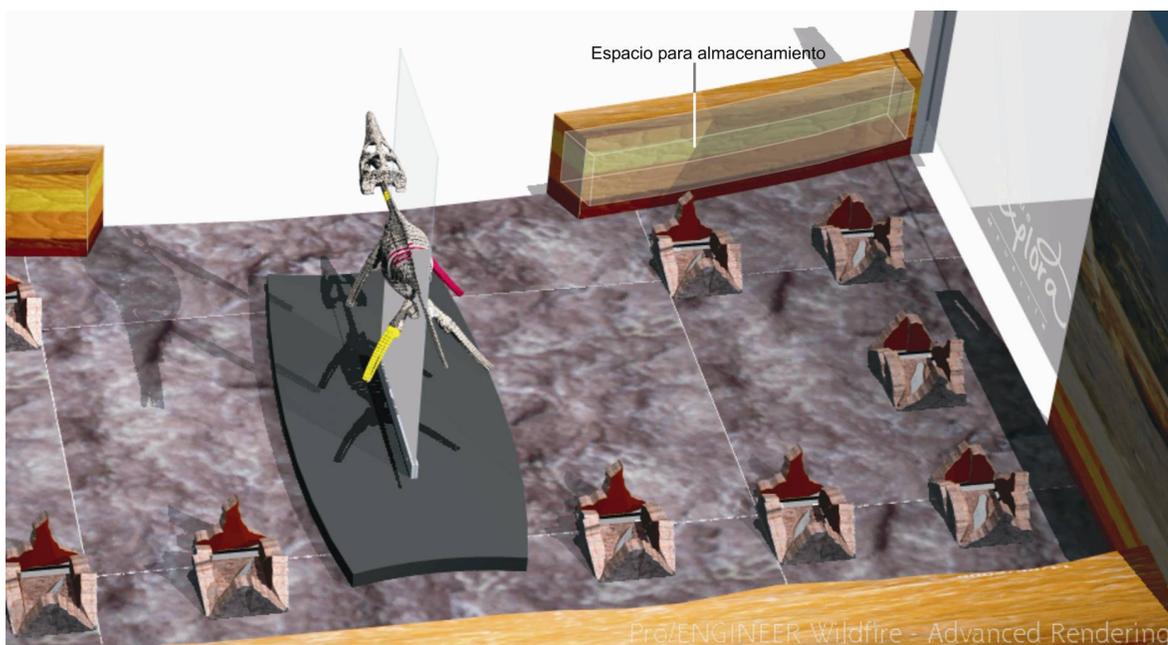


Figura 61: Espacio para el almacenamiento de las herramientas.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se puede observar la disposición propuesta de cada uno de los elementos de la escenografía; el espacio debe contar con un área mínima de 45 m<sup>2</sup> para la ubicación de todos los elementos anteriormente mencionados. (Ver figura 62).



Figura 62: Disposición de los elementos dentro del escenario.

Fuente: Elaboración propia

La escenografía de la experiencia puede ser flexible y versátil, ya que todos los elementos que se mencionaron pueden ser cambiados de ubicación fácilmente o aplicados de una manera diferente. Lo cual permite que el parque Explora pueda contemplar esta propuesta de distribución, aplicar otra diferente de acuerdo a los cambios de diseño generados durante la etapa inicial de la sala o cambiar después de cierto periodo de tiempo la disposición de los elementos para crear una experiencia de paleontología temática por temporadas como se mencionó en el diseño del área de armado (pág 106).



Figura 63: Vista total de la experiencia.

Fuente: Elaboración propia

#### 6.4 Mantenimiento

Los elementos que mayor mantenimiento pueden demandar dentro de la experiencia son las catas y el esqueleto principal, ya que tienen una mayor interacción con el usuario y son manipulados durante largas jornadas diarias. El mantenimiento del área de armado no requiere de ninguna intervención o cambios en la escenografía para realizar operaciones preventivas o correctivas. Por el contrario, para realizar el mantenimiento de cada cata si es necesario el acceso mediante la escenografía. Sin embargo es sencillo, ya que para acceder a su mecanismo solamente se debe retirar una lamina ubicada a su alrededor, la cual esta ensamblada a la estructura del piso por medio de tornillos. Esto se puede observar en la figura 64. Una vez esta lámina se retira el usuario de mantenimiento tiene el espacio suficiente para revisar o reparar cómodamente cada una de las partes que componen el mecanismo. No obstante es importante resaltar que el mantenimiento que requiere cada cata es muy bajo, pues sus

componentes principales, los motores de eleva vidrios de automóviles, son muy resistentes ya que están diseñados para un uso repetitivo. Se recomienda un mantenimiento mensual de las catas, para garantizar el funcionamiento de la experiencia, ya que estos son elementos fundamentales para su desarrollo.

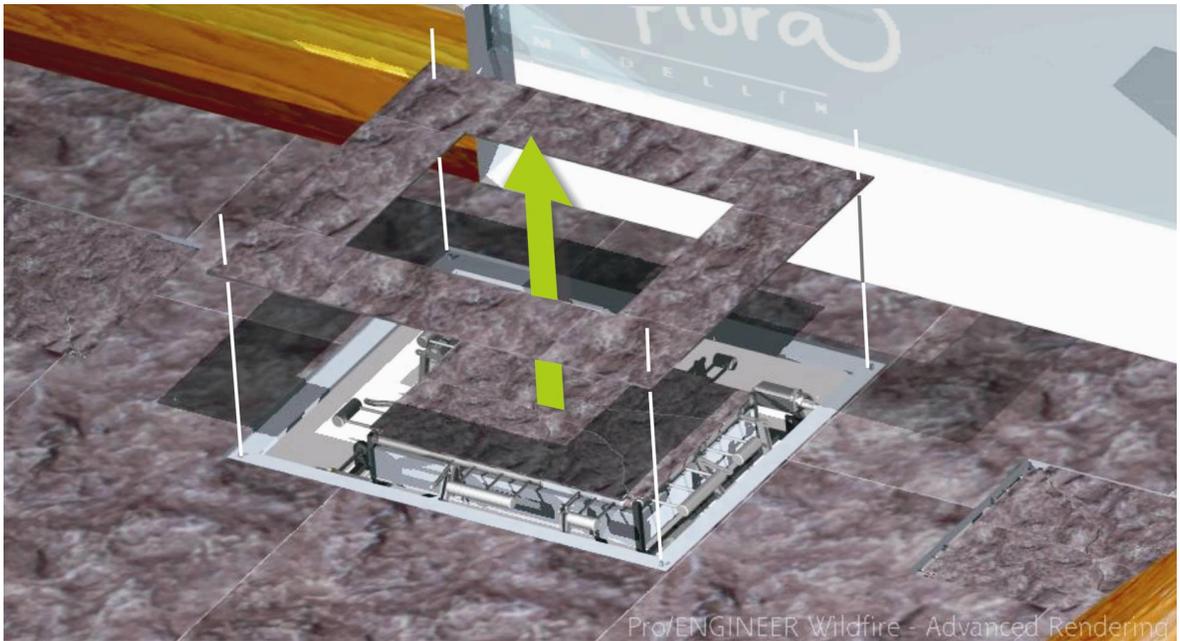


Figura 64: Mantenimiento de la cata.

Fuente: Elaboración propia

El mantenimiento de la zona de armado es sencillo y de fácil acceso; es necesario revisar mensualmente que los componentes electrónicos del circuito, ubicados en el esqueleto, funcionen correctamente. Su acceso es fácil ya que los cables y dispositivos se encuentran camuflados entre el fósil y permiten una fácil manipulación por parte del técnico, gracias al espacio que existe entre las partes del esqueleto y su ensamble.

## 6.5 Guión de introducción.

Con el fin de contextualizar al usuario en la experiencia y en el tema que esta trata, se propone proyectar un video introductorio al inicio, donde se explica de manera rápida y lúdica que es una excavación paleontológica, como se realiza, que tipos de fósiles se pueden encontrar en el país y por último se presentan las instrucciones y las reglas del juego. A continuación se presenta el guión propuesto por las autoras y su respectivo Story board con las escenas principales que se deben desarrollar para la creación del video (Ver tabla 15).

## GUION EXPERIENCIA

¡Hola! Bienvenidos a la más fantástica experiencia del parque EXPLORA, la AVENTURA FOSIL. Aquí podrás aprender como es una excavación paleontológica, que pasos debes seguir y que tipo de fósiles puedes encontrar en Colombia. Mi nombre es Gregorio y los guiare durante la experiencia <sup>1-2</sup>.

¿Quién de ustedes sabe que es la paleontología?... Muy bien, pues la paleontología es la ciencia que estudia la evolución de las especies animales, vegetales, la especie humana y todos los seres vivos del planeta<sup>3</sup>. Gracias a la paleontología es posible conocer en que época existieron las especies, como vivían, de que se alimentaban y bajo que condiciones climáticas subsistían, todo esto gracias al hallazgo y estudio de los fósiles<sup>4</sup>. El término fósil se usa para denominar a los restos de animales, plantas y las huellas de antiguos organismos<sup>5</sup>. ¿Saben que es un paleontólogo?... Pues ese soy yo, y me encargo del hallazgo de los fósiles y su estudio<sup>6</sup>.

En este mismo momento nos encontramos en un yacimiento en Villa de Leyva, Colombia, en la búsqueda de los restos de un cronosaurio<sup>7</sup>; Todo comenzó cuando un habitante del lugar descubrió un hueso del animal que había quedado expuesto por la erosión, e informo a INGEOMINAS la entidad encargada de la protección y conservación del patrimonio geológico y paleontológico del país sobre

su hallazgo; Desde ese momento comenzó todo un trabajo cuyo primer paso fue el estudio de las características del terreno, se realizaron prospecciones que consistieron en observar el lugar y evaluar su potencial, se preparo el terreno removiendo las primeras capas de tierra para llegar a la capa rocosa donde se encuentran los fósiles y finalmente, se delimitaron por cuadrículas las áreas de excavación, removiendo cuidadosamente y de manera uniforme las capas de tierra hasta encontrar evidencias, las cuales han sido dibujadas, fotografiadas o filmadas para tener un registro del contexto; algunas partes han sido halladas pero no hemos encontrado las restantes<sup>8</sup>; la misión de ustedes es ayudarnos a encontrar las partes que faltan<sup>9</sup>, y ubicarlas en el esqueleto que otro grupo de paleontólogos a comenzado a armar anteriormente<sup>10</sup>. Ustedes se preguntaran ¿Qué es un cronosaurio? Pues es un reptil marino que habito 130 millones de años atrás en el suelo colombiano, exactamente en Villa de Leyva, último lugar del país donde el mar se seco; este animal vivió con otra clase de especies de reptiles marinos como pliosaurios, ictiosaurios y plesiosaurios, pues aún en Colombia no se ha registrado el hallazgo de ningún dinosaurio terrestre, ya que toda el área estaba cubierta por mar hace cientos de millones de años<sup>11</sup>. El cronosaurio es un gigante marino que puede medir más de 12 metros de largo, fue el mayor depredador del periodo cretácico y sus colmillos pueden llegar a ser del tamaño de un banano; solo se han encontrado fósiles de este animal en tres lugares del mundo: en Estados Unidos Australia y en Colombia<sup>12</sup>.

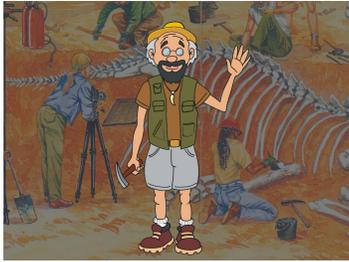
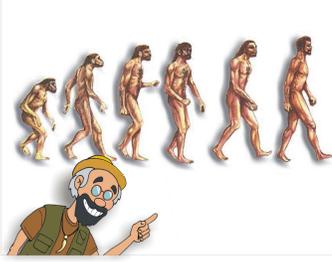
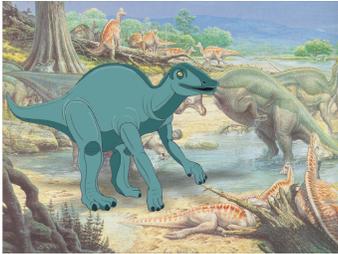
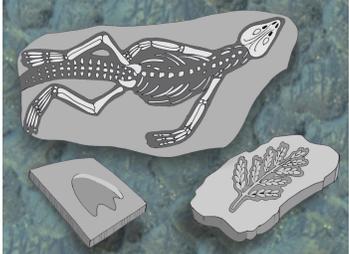
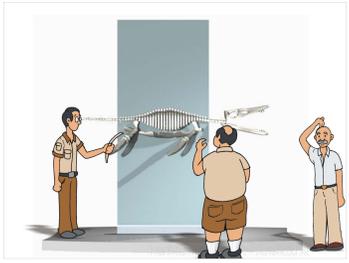
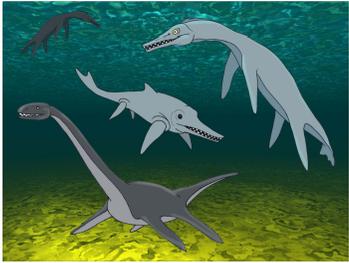
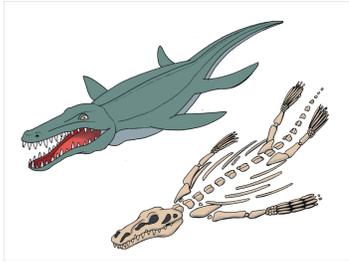
Bien... Ahora les diré exactamente que deben hacer<sup>13</sup>. Ustedes se dividirán en dos equipos de trabajo, el grupo de exploración A<sup>14</sup> y el grupo B (nombres definidos por Explora)<sup>15</sup>, mi asistente (el guía encargado dice su nombre) les entregara los cinturones con las herramientas necesarias para excavar<sup>16</sup>. Las herramientas son un cincel, un martillo y una brocha<sup>17</sup>. No pueden olvidar que no deben sobrepasar las cuerdas naranjas que delimitan las zonas más frágiles del yacimiento, ya que pueden romper algunas piezas del cronosaurio y no seria posible completarlo. Una

vez el equipo entra a su zona debe identificar las zonas agrietadas y cada uno de sus integrantes debe elegir un lugar de trabajo y seguir los siguientes pasos<sup>18</sup>.

Toman cuidadosamente el cincel, lo introducen por las grietas más amplias y lo golpean dos o tres veces suavemente con el martillo, deben repetir esta acción varias veces hasta que la roca se rompa<sup>19</sup>; una vez alcancen a ver totalmente partes del cronosaurio lo deben limpiar con la brocha para retirar los restos de arena<sup>20</sup>; por último retiran la pieza y deben buscar su respectiva ubicación en el esqueleto<sup>21</sup>; El grupo de exploradores que logre completar primero el esqueleto será el equipo ganador<sup>22</sup>.

Sigue cuidadosamente las instrucciones y sumérgete en la aventura.... No la olvidarás!!! Si quieres conocer más sobre paleontología entra a la página [www.explora.com.co/aventurafosil](http://www.explora.com.co/aventurafosil) <sup>23</sup>.

Tabla 15: Story board

STORY BOARD DEL VIDEO INTRODUCTORIO		
		
ESCENA 1	ESCENA 2	ESCENA 3
		
ESCENAS 4	ESCENA 5	ESCENA 6
		
ESCENA 7	ESCENA 8	ESCENA 9
		
ESCENA 10	ESCENA 11	ESCENA 12

STORY BOARD DEL VIDEO INTRODUCTORIO



ESCENA 13



ESCENA 14



ESCENA 15



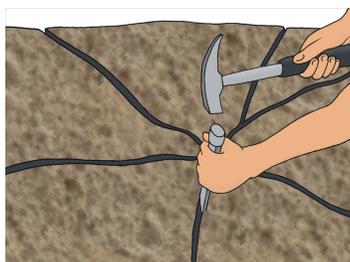
ESCENAS 16



ESCENA 17



ESCENA 18



ESCENA 19



ESCENA 20



ESCENA 21



ESCENA 22

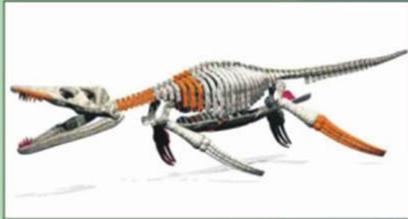


ESCENA 23

**FIN**  
DEL VIDEO  
INTRODUCTORIO

Ilustraciones realizadas por Juan Guillermo Hoyos.

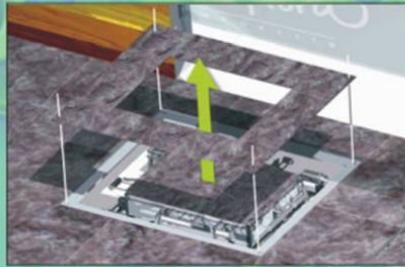
## 6.6 Guía ilustrativa de la experiencia



Piezas que el equipo A debe hallar en su zona de excavación.



Piezas que el equipo B debe hallar en su zona de excavación.



Para realizar el mantenimiento de cada cata es necesario retirar la lamina que se encuentra ubicada a su alrededor, la cual esta ensamblada a la estructura del piso por medio de tornillos.

# Aventura Fósil

parque  
explora

## Requerimientos para el funcionamiento

Para el desarrollo de la experiencia es necesario el acompañamiento de un guía del Parque Explora que debe realizar las siguientes tareas:



1. Encender el dispositivo que proyecta el video introductorio de la Aventura Fósil.

2. Entregar el cinturón de las herramientas a cada uno de los participantes.



3. Recoger las piezas fósiles del área de armado y ubicarlas en cada una de las catas. Luego de 15 segundos, las rocas se cerrarán automáticamente.

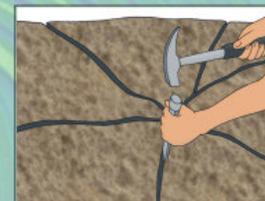
El guía debe estar dispuesto a resolver inquietudes de los participantes.

## Reglas del juego

El juego se desarrollará con 12 participantes, divididos en dos equipos. El grupo que ubique las piezas del fósil en el menor tiempo será el ganador. Las luces del espacio lo indicarán. Tiempo aprox. 15 minutos

## Pasos del juego

1



2



3



1. Introducir el cincel por las grietas y martillar cuidadosamente.
2. Una vez se encuentre la pieza, se debe limpiar con la brocha.
3. Ubicar cada pieza encontrada en el lugar indicado.

## 7 CONSULTA A EXPERTOS

En la última etapa del proyecto se realizó una consulta a expertos, quienes expusieron sus ideas frente a la experiencia y sugirieron algunos aspectos a mejorar o recomendaciones; esto con el fin de aplicar sus sugerencias en una etapa posterior, si el Parque Explora llegara a decidir que la “Aventura Fósil” hiciese parte de las experiencias que conformarán la sala Colombia Geodiversa.

El grupo de expertos estuvo compuesto por tres integrantes, cada uno especializado en un tema específico, que aportaron elementos importantes desde el punto de vista del diseño, de la paleontología y de la museografía, independientemente.

A continuación se describen las ideas y recomendaciones que cada experto aportó al proyecto desde su área de conocimiento.

**María Cristina Hernández Monsalve**

**Diseñadora Industrial**

**MA Design, Strategy & Innovation**

**Profesora del Departamento de Diseño de la Universidad EAFIT**

Es importante dar a conocer hasta donde se llegó en determinado proyecto, ya que en el camino surgen preguntas que se deben desarrollar en una segunda fase. Estas preguntas no hay que solucionarlas precisamente en la primera fase, pero si es necesario enjuiciar y dejar unas preguntas abiertas que pueden ser solucionadas en un futuro. Ya que esto le puede dar mucha honestidad al proyecto.

Es necesario dejar claro que se logró y que aspectos a mejorar se deben realizar en una próxima etapa.

Entonces, vale la pena preguntarse si las rocas que componen la cata, una vez abiertas, son lo suficientemente fuertes para que una persona se arrodille o se siente encima y no se dañen, ellas o el mecanismo.

A nivel funcional, ¿la capacidad de respuesta del mecanismo a un uso continuo con niños es la indicada? Esto es un factor que debe ser tenido en cuenta ya que cosas que un niño hace o piensa, a un adulto no se le ocurren, como por ejemplo saltar en las piedras. Por eso es necesario que el sistema sea resistente y aguante el uso y el abuso al cual podría estar sometida cada cata, para que la experiencia no se vea afectada al tener elementos dañados que no permitan la rotación planeada de visitantes.

Es necesario ser muy cuidadoso para no limitar la capacidad de la experiencia. Ya que cada cata es un prototipo y si ocurre un daño, no se puede solucionar inmediatamente, porque existen piezas que requieren de diferentes procesos de fabricación que pueden tardar mucho tiempo, así como una posible falta de disponibilidad de una persona idónea para realizar la reparación. En términos funcionales es fundamental garantizar que los mecanismos estén preparados para el nivel de creatividad de un niño.

Las piezas de reposición, en lo que implica piezas sueltas, para un museo siempre ha sido un punto de mucha inquietud. En un museo las piezas pueden llegar a ser frágiles dependiendo el uso que se les de, un niño puede tomar una pieza y al jugar con otro la puede dañar, o alguien puede llevársela. Muchas veces los niños en grupo para hacerse notar hacen sus travesuras y pueden fracturar las piezas o esconderlas. Si se quiebra o se pierde alguna, hay una persona que no puede jugar en una próxima ocasión.

En un museo interactivo no se puede disponer de muchas personas en una sola experiencia, como el guía y el que cuida que no se lleven las piezas, al mismo tiempo, porque es un elemento que entra a competir vs. el costo de la experiencia.

Es necesario pensar en opciones para limitar que las piezas se pierdan o que alguien se las lleve. Adicionalmente, las piezas sueltas son susceptibles a daños y se debe pensar en la necesidad de una solución para no paralizar el uso de la experiencia. Por eso se tiene que prever una cantidad de cosas que implican gastos en un museo, no solo en términos de personas sino también de piezas de reposición que debo mantener para suplir aquellas que se van perdiendo, se van quebrando o se van robando.

Cuando se piensa en los museos en personas para una experiencia se piensa en el costo. Si se dice para una experiencia se necesitan dos personas (aunque no es la situación de la Aventura Fósil). Uno se pregunta entonces cuanto vale la planta del museo. Mientras más autónoma sea una experiencia es mucho mejor en beneficios para Explora, en este caso. Pues es menos necesario que una persona este ahí siempre que el museo este abierto, aunque no haya nadie o muy pocos visitantes allí; el museo siempre debe pagarle.

Entonces es indispensable pensar en ¿como se puede solucionar esto o que se debe hacer para mejorar las condiciones en términos de que no sea un costo permanente para una administración de un museo? Es decir en la autonomía de la experiencia.

Por otro lado, algo para resaltar es que la Aventura Fósil es una experiencia muy sensibilizadora frente a un tema muy desconocido o ajeno a muchas personas, que realmente no saben que es la paleontología. En Colombia ningún museo interactivo tiene alguna aproximación a este tipo de cosas. No hay mucha tradición en este tipo de experiencias.

Realmente es muy bueno mostrar un fósil que ha sido encontrado en el país y resaltar a los visitantes que en Colombia no se van a encontrar dinosaurios pero si reptiles marinos.

Es esencial mantener la función indicativa de las piezas que se ensamblan en el esqueleto principal, para poder indicar que una pieza debe ir en determinado lugar. Ciertas claves en la función indicativa pueden ayudar que la competencia tenga un nivel más alto.

La experiencia, de una u otra manera, tiene un límite de edad. Con pruebas de usuario aplicadas directamente con el prototipo, se puede evaluar que interés tiene un niño mayor de 13 años en la experiencia. En este punto no se logra identificar el nivel cognitivo y el grado de interés para diferentes edades, ni hasta que publico es una experiencia atractiva.

Dicha inquietud se podrá resolver en la medida que los participantes empiecen a trabajar en ella. Eso será algo muy diciente a futuro en las próximas experiencias que el museo quiera desarrollar.

Se puede pensar en que algunas de las experiencia podrían ser itinerantes, es decir que se trasladen a otros lugares. ¿La Aventura Fósil tiene la capacidad de ser transportable? En una segunda fase del proyecto se puede pensar que la experiencia sea desarmable y transportable con instrucciones que no necesiten de una única persona indispensable para lograrlo.

En cuanto al escenario, es muy importante lograr un entorno real y no sentir que simplemente hay una foto. Se requiere lograr, óptica y físicamente, profundidad de campo para que cada visitante se sienta en el lugar propuesto y que se logre el efecto de pensar que realmente se está en una excavación paleontológica. Que

cada persona se sienta adentro, que no parezca que se sienta, ya que esto le da un efecto mucho más significativo a la experiencia.

**José Ignacio Martínez Rodríguez**

**Geólogo y Micropaleontólogo**

**Doctor en Paleoceanografía**

**Profesor del Departamento de Geología de la Universidad EAFIT**

Es importante destacar en la experiencia que los fósiles que no están dentro de un contexto geológico y se coleccionan, no valen nada, son objetos simplemente. El fósil esta enmarcado dentro de un contexto, unas rocas, entonces de esta manera tiene valor. Además es un patrimonio de la nación y tenerlas en un museo tiene un valor científico.

El modelo de la aleta del cronosaurio cumple con la labor didáctica, ya que se asemeja a su anatomía. Para que parezca más real se puede oscurecer un poco.

El concepto paleontológico que se está transmitiendo es muy claro. Pero es fundamental poner en la experiencia más información sobre el contexto, sobre otras especies encontradas como amonitas y peces, etc., para los más avanzados en paleontología.

La escenografía podría estar acompañada de otros elementos que hicieron parte del entorno del cronosaurio, como fósiles de peces, amonitas y plantas. Con el fin de hacer más evidente que vivía en el mar con otros organismos.

Al principio, en el video introductorio y en el desarrollo de la experiencia, se muestra como se encuentran los fósiles y como se pueden recuperar. Sería muy interesante que al final se completara el ejercicio mostrando como se puede

reconstruir un organismo, con un video final que ilustre como vivía y de que se alimentaba, ya que a los visitantes, especialmente a los chicos, les puede gustar mucho.

Con información adicional, grafica y escrita, se puede mostrar el mar cretácico que cubría a Colombia en el periodo en que existió el cronosaurio.

La información que se transmite es veraz y la manera como se encuentran los fósiles es una simplificación adecuada de la labor que debe realizar un paleontólogo en la etapa descrita, donde se hace uso del cincel y el martillo. Es una experiencia muy bonita.

**Manuel Osorio Florez**

**Ingeniero Mecánico**

**Magíster en Matemáticas Aplicadas**

**Integrante del equipo de diseño del Parque Explora**

El juego se ve interesante, al igual que el diseño del espacio.

Sin embargo, con el uso de catas previamente definidas, que se ven a simple vista, el juego puede parecer muy simple, ya que las personas saben a donde tienen que ir directamente. Se podría considerar mucho más interesante, si las catas no se ven fácilmente, si los visitantes pudieran definir cual va a ser su área de trabajo. Ver diferentes ranuras, en toda la superficie de la zona o por lo menos en un segmento, de manera que las catas se camuflen; un sector mucho mas grande, donde cada cual va pasando el cincel tratando de encontrar algo.

Las piedras podrían tener orificios para poner banderas y ubicar la cinta entre éstas, para que sean los jugadores los que limiten la zona y ensayen, que vayan

haciendo ellos mismos la cuadrícula y vayan descartando zonas. Si alguien ya ensayó por determinado lugar y no encontró nada, puede entender que es mejor seguir intentando por otro lado.

Es más complejo porque toda el área tendría que estar compuesta por piezas que formen grietas profundas. Las personas caminarían sobre ellas y sobre las catas de verdad, que tendrían que ser capaces de soportar que una persona camine por encima de ellas, sin que se afectara su mecanismo. Así, el juego no sería tan directo, y existiría mayor incertidumbre.

Más que un juego se convertiría en una metodología, ya que se tendría un espacio más grande donde se empezaría a pasar el cincel por todas las ranuras de la manera que el usuario llegara a cubrir todas éstas de la forma más rápida para que el sistema se abra. Una vez esto sucediera, los usuarios podrían continuar con la búsqueda.

Si adicional a eso el usuario tiene que demarcar la cata y no encontró nada, entonces ya sabe que debe seguir con la siguiente área. Claro que también se podría poner el cuadro con las cintas ya hecho, para que los visitantes no pierdan el tiempo.

El hecho de que el usuario no sea capaz de identificar fácilmente la cata que se va a abrir muestra otra parte del proceso. Y es lo que hace que los paleontólogos digan por donde empezaran a excavar, porque lo hacen en cierto orden. Los usuarios deben arrancar con un pedazo, si no encuentran nada van al siguiente, van en orden; es decir no están haciendo las cosas a la loca. Tiene cierto sistema de exploración que le agregaría un poco de incertidumbre al juego.

El humo es un buen efecto, ya que cuando salga, todo el mundo se va a dar cuenta que alguien encontró una parte del fósil.

Los puntos críticos para que la experiencia haga parte de Colombia Geodiversa son el espacio y el presupuesto.

Enseñar el proceso paleontológico es interesante y que la gente se sienta como un “Indiana Jones”, sin duda es atractivo. Pero se requiere un espacio amplio y la inversión es considerable para una sola experiencia. Habría que evaluar esos dos aspectos, son los que a fin de cuentas intervienen en la decisión final. Aunque se asuma que la experiencia es atractiva desde el punto de vista interactivo, a la final su disposición se decide según esos factores; pues en el espacio se pueden poner cinco o seis experiencias que van a tratar mas temas y que pueden tener el mismo costo que una sola. Los presupuestos son limitados y el espacio también.

A nivel de la escenografía, el vidrio que separa la experiencia del exterior y el que sostiene al fósil es un factor crítico; deben estar muy bien anclados y tener una muy buena estructura para que no se vayan al suelo si alguien se apoya o si un niño ejerce gran presión sobre el fósil.

En cierta medida se están trabajando el asombro, el descubrimiento y la diversión, gracias al efecto del humo; esto se puede destacar aun más con iluminación, sonido y otros elementos “cinematográficos”, por decirlo así.

Una escenografía más real se puede lograr a través de la fotografía, trabajando con volúmenes y elementos en tres dimensiones que se salgan de la foto y fósiles enterrados en las piedras. Detalles que se van cubriendo a medida que se va desarrollando la producción.

Las piezas sueltas, no pueden ser muy pequeñas para que no quepan en un bolsillo. Este no es un elemento crítico, ya que en la fabricación de las piezas se pueden introducir elementos o cintas metálicas que activen sensores de sonido a la salida de la sala, para que no se lleven las piezas sueltas de la experiencia.

## **CONCLUSIONES**

Con la experiencia se pretende crear curiosidad en el usuario para que se interese por conocer más e investigar sobre fósiles y paleontología. Ya que es muy difícil lograr que el usuario aprenda muchos conceptos en un período de tiempo tan corto, como la duración de la experiencia.

Es necesario el acompañamiento de un guía entrenado en el tema para que asesore y resuelva algunas inquietudes de los visitantes durante la duración de la experiencia, para que entregue los cinturones a los jugadores cuando inicie el juego y para que ubique de nuevo las piezas fósiles en su lugar respectivo una vez finalice.

En la experiencia se resaltan los procesos de excavación y de reconstrucción de los hallazgos entre otros ejercicios requeridos para el desarrollo de la paleontología, esto con el fin de lograr un juego de corta duración que permita una mayor rotación de visitantes.

Si el parque Explora quisiera desarrollar una experiencia donde estén incluidos todos los pasos que debe realizar un paleontólogo, desde la definición de la zona de búsqueda hasta las conclusiones arrojadas luego del estudio de los fósiles, es aconsejable que desarrollen dichos conceptos en un aula taller, ya que esto necesitaría mayor tiempo y disposición por parte de los visitantes.

Con este proyecto se planteó una experiencia interactiva que según el criterio de las autoras cumple con los requerimientos de crear asombro, descubrimiento y diversión en el posible usuario. Es producto de una negociación y de una decisión por parte de los directivos del Parque Explora que la experiencia que explica de

manera interactiva una excavación paleontológica haga parte de la sala Colombia Geodiversa y por lo tanto del parque interactivo.

Esta experiencia fue sugerida por el equipo creativo de Explora, teniendo en cuenta elementos como un área para el desarrollo de un juego, el posible acompañamiento de personal del museo y una competencia entre dos equipos, de tal manera que su ubicación en la sala Colombia Geodiversa puede ser factible ya que en un principio el Parque tenía previsto su desarrollo y su futura existencia dentro de las instalaciones.

Para el diseño y desarrollo de la experiencia se realizó una exhaustiva investigación sobre paleontología, para hacer el uso más adecuado de los conceptos e ilustrar correctamente, por medio de cada componente, la realidad.

Con la experiencia se pretende dejar claro al usuario que es la paleontología, ya que muchas personas no conocen este término y otras no lo tienen claro, tienden a confundirlo con la arqueología.

La experiencia se diseñó lo más real posible para que los visitantes se sientan como en una excavación paleontológica existente; esto gracias al uso de fotografía, texturas, colores, herramientas y demás elementos manipulables.

La ruptura y movimiento de las rocas de las catas puede no parecer muy real, pero es este el factor que refuerza el asombro y el descubrimiento de una manera divertida en el hallazgo de las piezas fósiles. Además permite agilizar el reset de la experiencia para permitir que más personas interactúen en la Aventura Fósil.

El mecanismo elegido para el funcionamiento de las catas proporciona un desempeño óptimo gracias al diseño de sus componentes y el uso de materiales resistentes. Al mismo tiempo representa menores costos en comparación con

otros mecanismos evaluados y cumple con todos los elementos requeridos para la interacción con el usuario.

La experiencia esta compuesta por una escenografía que debe contar con los elementos descritos en el informe, por las catas modulares y por el área de armado, donde se encuentra el esqueleto a ensamblar. Si el Parque Explora decidiera ubicar la Aventura Fósil en sus instalaciones, podría jugar con dichos componentes según su presupuesto y área total con la que cuenten para su establecimiento.

El Parque Explora podría ubicar una mayor cantidad de catas en la experiencia para aumentar el numero de piezas a encontrar y por lo tanto la capacidad de personas que podrían entrar a la experiencia por cada ciclo de juego.

La arena puede ser implementada en la experiencia ya sea sectorizada o en capas uniformes, pero con la presencia de elementos básicos que protejan el mecanismo de las catas, como placas que simulen lajas de piedra y que estén ubicadas encima de cada cata para impedir que la arena caiga en los elementos electrónicos. En este caso el juego tendría un tiempo de duración más prolongado.

La disposición de las catas puede cambiar para optimizar el espacio de la experiencia, ya que son prototipos modulares que funcionan individualmente y permiten versatilidad en su distribución espacial.

El grupo creativo de Explora debe encargarse del diseño del cinturón del cada equipo, así como de su fabricación.

El diseño gráfico de la experiencia debe ser desarrollado por el grupo creativo de Explora, porque cuenta con personas especializadas en el tema y adicionalmente maneja requerimientos y estándares gráficos para cada una de las salas.

Si el Parque Explora decide que la experiencia haga parte de sus instalaciones, es necesario desarrollar un diseño de detalle para la escenografía, resaltando los elementos que permiten una sensación de realismo, como uso de fotografía con relieves y sin quiebres de 90 grados en sus aristas inferiores para darle profundidad, ubicación de otros organismos fósiles en las superficies, entre otros.

La Aventura Fósil representa un reto para los participantes y fomenta el trabajo grupal, lo cual es un factor importante que encamina el éxito del proyecto a nivel de aprendizaje según las teorías expuestas en éste informe.

El prototipo de la cata esta fabricado en escala real y el 90% se construyó con los materiales y acabados reales para garantizar un óptimo funcionamiento, una excelente apariencia y una resistencia adecuada para la manipulación y futuras pruebas de usuario.

Los componentes principales que permiten el funcionamiento de las catas y las piezas electrónicas que requieren mantenimiento o cambio son estándar, de manera que si una de dichas piezas se daña, su consecución es fácil y no compromete la puesta en marcha de la experiencia por periodos de tiempo prolongados.

La interacción con las catas está basada en los pasos que debe seguir un paleontólogo pero de manera simplificada, con el fin de hacer más real la experiencia.

El grado de complejidad del ensamble de las piezas con el esqueleto no es muy alto, ya que se cuenta con un rango de usuarios muy amplio, y es necesario que un niño, con sus capacidades motrices, sea capaz de lograr la unión de los

hallazgos. El grado de complejidad se puede elevar si el Parque Explora lo determina conveniente.

El desarrollo de este Proyecto de Grado, fue otra oportunidad de enfrentarse a un nuevo reto, ya que la paleontología era un tema absolutamente desconocido para las autoras. Sacar adelante el diseño de la experiencia interactiva fue la manera de manifestar que un Ingeniero de Diseño de Producto puede demostrarse a sí mismo que es capaz de lograr lo que se propone, mediante su formación, ya consolidada en el momento de estar próximo a graduarse, que además estimula la recursividad al tener que adquirir elementos del entorno para hacer posible que cualquier proyecto que se pretenda desarrollar sea exitoso.

El resultado de cada elemento que compone este proyecto de grado es consecuencia de la coalición de diferentes metodologías de diseño de producto, aplicadas durante el proceso de formación como Ingenieros de Diseño de Producto. Así como también, de un trabajo en equipo, constante y disciplinado, con el objetivo de lograr la excelencia.

La selección de un buen equipo de trabajo es primordial para alcanzar los objetivos del proyecto, ya que de esta manera se complementan las habilidades y destrezas individuales, permitiendo eficiencia en las tareas, y se crea un ambiente óptimo de trabajo.

Este Proyecto de Grado no solo es importante porque su desarrollo tiene un fin académico y porque es un requisito indispensable para optar al título de Ingeniero de Diseño de Producto, sino porque también involucra un fin social ya que es un pequeño aporte que contribuirá a la conformación del Parque Explora, el cual será un espacio para la recreación y el libre aprendizaje de la comunidad, que dará lugar a la integración social que se pretende alcanzar en la ciudad.

Con el funcionamiento de ésta experiencia, no solo se ve beneficiado el museo sino cada visitante y en general la comunidad, pues se adquiere un medio para aprender y despertar la curiosidad de hacerlo, a través de la diversión, el asombro y el descubrimiento.

A través de la interacción con la experiencia que explica como debe realizarse una excavación fósiles, el visitante puede recrearse en el contexto Colombiano, exactamente en Villa de Leiva, y concientizarse de la importancia del patrimonio científico del país, pues cada pieza hallada en el territorio nacional debe ser informada a entes especializados que se encarguen de su cuidado y exhibición al resto de la comunidad.

La experiencia contribuye al aprendizaje de niños, jóvenes y adultos de toda la ciudad y el departamento sin discriminar su edad, raza o condición social; pero indudablemente es un medio muy importante de aprendizaje, diversión y lúdica para personas con bajos recursos económicos que no pueden acceder fácilmente a otros lugares fuera de la ciudad para adquirir nuevos conocimientos y ver cosas diferentes a su cotidianidad.

**Aspectos que se lograron en este proyecto de grado:**

Investigación sobre como se realiza una excavación paleontológica y sobre las teorías del aprendizaje, aplicadas en el desarrollo de la experiencia.

Diseño y desarrollo de una cata modular que funciona de manera independiente, cumpliendo con los requerimientos de interacción con el usuario y funcionamiento optimo del mecanismo.

Entrega de los planos de las catas y su sistema electrónico.

Propuesta de área de armado, ensamble de las piezas fósiles al esqueleto principal y circuito electrónico.

Propuesta de escenografía, elementos que la componen y disposición de las catas y del área de armado dentro de ésta.

**Aspectos a desarrollar en una segunda fase:**

Pruebas de usuario para evaluar la resistencia de los materiales y los mecanismos, el nivel de atracción de los usuarios, entre otras.

Desarrollo del diseño de detalle en la escenografía y el área de armado, con sus respectivos planos.

## BIBLIOGRAFIA

C.T.A. Parque Explora. [Dispositivas, presentación PowerPoint]. Medellín.

AUBAD, Rafael. La educación para y desde el museo. En: Coloquio Nacional “La Educación en el Museo: desarrollo y proyección de la misión educativa en el Museo Nacional de Colombia” (septiembre 9 de 1999, Bogotá).17 p.

PEREZ, Luis. Medellín competitiva, plan de desarrollo 2001-2003, hacia una revolución de la cultura ciudadana. Medellín, Colombia, Impresiones gráficas Ltda., septiembre 2001. 167 p.

FAJARDO, Sergio. Plan de desarrollo: Un Proyecto Colectivo de ciudad para Medellín 2003-2007 [en línea] Medellín, < [http://alcaldia.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/P\\_desarrollo/index.jsp?idPagina=380](http://alcaldia.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/P_desarrollo/index.jsp?idPagina=380)>. [consulta: 15 octubre 2005].

PEÑALOSA, Enrique. La Ciudad y la Igualdad [en línea] Bogotá, diciembre 2002. 26 p <[www.porelpaisquequeremos.com](http://www.porelpaisquequeremos.com)>. [consulta: 18 octubre 2005].

SIMPSON, George Gaylord. La ciencia de la paleontología. En su: Fósiles e historia de la vida. Barcelona, Prensa Científica, 1985.

XANTHOUDAKI, Maria. Un lugar para descubrir: la enseñanza de las ciencias y la tecnología en los museos [artículo en Internet] <[www.museoscienza.it/smec](http://www.museoscienza.it/smec)> [Consulta: 3 de febrero de 2006].

Del Aprendizaje En Los Museos Ciencia Y Tecnología [en línea]. <<http://museum.8m.net/teorias.htm>> [Consulta: 11 de febrero de 2006]

Ministerio de educación y ciencia de España. Taller de arqueología: Desenterrando el pasado. [en línea]. <<http://w3.cnice.mec.es/eos/MaterialesEducativos/mem2000/arqueo-logia/index.html>> [Consulta: 22 de octubre de 2005]

KUBAN, Glen. A Brief History of Paleontology Excerpt from Introduction to Fossil Collecting. [en línea]. <<http://paleo.cc/kpaleo/fosshist.htm>> [Consulta: 12 de Febrero de 2006]

Edufuturo. Excavación arqueológica. [en línea]. < <http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=3350>>. [Consulta: 25 de octubre de 2005 ]

Field Museum. Green river formation, Wyoming [en línea]. <[http://www.fieldmuseum.org/expeditions/lance/expedition\\_interactive/lance.html](http://www.fieldmuseum.org/expeditions/lance/expedition_interactive/lance.html)> [Consulta: 6 de febrero de 2006]

CISNEROS, Juan Carlos. Entendiendo el registro fósil y la paleontología [en línea]. <<http://www.sindioses.org/cienciaorigenes/paleontologia.html>>. [Consulta: 4 de febrero de 2006]

American Museum of Natural History. Paleontology: the big dig . [en línea]. <<http://www.ology.amnh.org/paleontology/paleodefinition.html>> [Consulta: 19 de mayo de 2006]

RCN, Científicos encontraron un fósil de dinosaurio en Villa de Leyva. [en línea] <<http://www.rcnnoticias.com.co/noticia.php3?nt=7339>> [Consulta: 10 de febrero de 2006].

En Villa de Leyva (Boyacá) desenterran un fósil marino de hace 130 millones de años. [en línea]. El Tiempo. 14 de enero de 2006 <<http://www.eltiempo.terra.com.co/index.html?21130518>> [Consulta: 10 de febrero de 2006]

Texas Archaeological Society. Kid's Dig. [en línea] <[www.txarch.org/kids/kid-sdig.html](http://www.txarch.org/kids/kid-sdig.html)> [Consulta: 6 de febrero de 2006]

The Judith River Dinosaur Institute. [en línea] <<http://www.montanadinosaurdigs.com/joindig.htm>> [Consulta: 6 de febrero de 2006].

Museo Histórico Municipal de Écija. Talleres didácticos. [en línea] <<http://museo.ecija.org/talleres.php>>. [Consulta: 9 de octubre de 2005]

DINOPOLIS. [en línea] <<http://www.dinopolis.com/>>. [Consulta: 4 de febrero de 2006].

PALEODIRECT. Plesiosaur & pliosaur. [en línea]. <<http://www.paleodirect.com/plioleo1.htm>>. [Consulta: 8 de julio de 2006].

Museo del jurasico de Asturias. Plesiosaurios, [en línea]. <<http://www.3errres.com/museojurasico/paginas/plesiosaurios.htm>>. [Consulta: 10 de febrero de 2006]

TIERMES. Del yacimiento a la exposición. [en línea]. <[http://www.tiermes.net/opc\\_noticias.asp?id=103](http://www.tiermes.net/opc_noticias.asp?id=103)> [Consulta: 4 de febrero]

TIERMES. Gran éxito del taller de arqueología en Soria [en línea]. <[http://www.tiermes.net/opc\\_noticias.asp?id=106](http://www.tiermes.net/opc_noticias.asp?id=106)> [Consulta: 10 de febrero de 2006].

Plaza De Moros, Proyecto Arqueológico. Un día en plaza de moros (excursiones didácticas para escolares). [en línea]. <<http://plazademoros.eresmas.net/Educacion2.htm>> [Consulta: 10 de febrero de 2006]

Taller pequeños arqueólogos. [en línea]. <<http://www.salta.gov.ar/prensacultura/-peqarqueologos.html>> [Consulta: 10 de febrero de 2006].

Proyecto DINO. [en línea]. <<http://www.proyectodino.com.ar/>> [Consulta: 12 de febrero de 2006]

PaleoFun. Monsters of the deep interactives [en línea]. <<http://www.paleofun.com/exhibits/wonders/INTERACTIVES-MONSTERS.htm>> [Consulta: 13 de mayo de 2006]

Hasting Museum Of Natural And Cultural History. Groundwater Discovery Adventure [en línea]. <<http://www.hastingsmuseum.org/exhibitions/gda/index.htm>> [Consulta: 19 de mayo]

Kidzone. Special Exhibits [en línea]. <[www.kidzone.org/visit/special](http://www.kidzone.org/visit/special)>. [Consulta: 19 de mayo de 2006]