

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERIA



Diseño y desarrollo de exhibiciones interactivas para la divulgación empleando tecnologías multi-touch.

TESIS

**que presenta para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS**

MARÍA INÉS LEGGLEW CRUZ

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. GABRIEL LÓPEZ MORTEO**

MEXICALI, B.C. A JUNIO DEL 2013

Resumen

RESUMEN de la Tesis de MARIA INES LEGGLEW CRUZ, presentada para como requisito parcial, para la obtención del GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS. Mexicali, Baja California, México. Junio del 2013.

DISEÑO Y DESARROLLO DE EXHIBICIONES INTERACTIVAS PARA LA DIVULGACIÓN EMPLEANDO TECNOLOGÍAS MULTI-TOUCH

Con la finalidad de apoyar el desarrollo de exhibiciones interactivas para la divulgación de las ciencias orientadas a fomentar el interés en el estudio de la ciencia de la computación, se llevo a cabo el diseño y desarrollo de una exhibición interactiva basada en dispositivos multi-touch para lo cual se siguieron determinados lineamientos metodológicos. Se elaboró el modelo CAEDI, el cual es un marco de referencia basado en el aprendizaje experiencial para la obtención de requerimientos de diseño para la exhibición. Para el desarrollo de la exhibición interactiva se empleo la Metodología XP modificada. Como resultado se obtuvieron un conjunto de herramientas y técnicas las cuales pueden ser empleadas por el equipo de diseño y desarrollo para mantener un enfoque integral durante el proceso completo de desarrollo de la exhibición. Finalmente se obtuvo un análisis completo de la trazabilidad de los requerimientos, lo que permitió validar la metodología seguida en este trabajo de tesis, así como las herramientas y técnicas a utilizar para el diseño y desarrollo de las exhibiciones interactivas.

Resumen aprobado por:

Dr. Gabriel Alejandro López Morteo
Director de Tesis

Palabras clave: Divulgación, Exhibiciones Interactivas, Aprendizaje experiencial, Museos Interactivos de Ciencia y tecnología, CAEDI, Metodología XP.

Abstract

Abstract of the thesis presented by MARIA INES LEGGLEW CRUZ, as a partial requirement to obtain the MASTER IN SCIENCE degree. Mexicali, B. C. June 2013.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF INTERACTIVE DISPLAYS FOR RELEASE USING MULTI-TOUCH TECHNOLOGIES

In order to support the development of interactive exhibitions for the divulgation of science designed to promote interest in the study of computer science, it was made a design and a development of an interactive exhibition based on multi-touch devices following certain methodological guidelines. CAEDI model was developed, which is a framework based on experiential learning for obtaining design requirements for the exhibition. For the development of this interactive exhibition it was employed a modified XP Methodology. This process yielded a set of tools and techniques which can be used for the design and development team to maintain a comprehensive approach for the entire development process of the exhibition. Finally we obtained a complete analysis of the requirements traceability, allowing to validate the methodology followed in this thesis work, the tools and techniques used for the design and development of interactive exhibitions.

Abstract approved by:

Dr. Gabriel Alejandro López Morteo

Thesis director

Keywords: Disclosure, Interactive Exhibits, Experiential Learning, Interactive Museum of Science and Technology, CAEDI, Methodology XP.

Agradecimientos

Agradezco a mi asesor, el Dr. Gabriel Alejandro López Morteo por su paciencia durante estos años, así como sus consejos y confianza por este trabajo de tesis.

También, quiero agradecer al Dr. Rafael Villa, M.C Jorge Eduardo Ibarra y M.E.M Mónica Livier Mendiola no solamente por sus consejos como parte del comité de tesis, sino también por la influencia que tuvieron en mí como profesional y personal durante toda mi estancia en el programa.

A mis compañeros Daniel, Johana, Lorena, Emanuelle, Rafael, Cuahutemoc, Rosendo, Araceli, por mencionar algunos, por su sincera amistad y apoyo.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios de maestría y al proyecto registrado en la Coordinación de Posgrado e Investigación de la UABC con el número de programa 2024 por la beca otorgada durante el periodo 2011-2

Tabla de contenido

Agradecimientos

Resumen

Abstract

1. Introducción	1
1.1 Problemática.....	4
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivo General.....	8
1.4 Metodología.....	9
1.5 Organización de la Tesis	10
2. Marco Teórico	11
2.1 Medios de comunicación utilizados para la divulgación de la ciencia.....	11
2.2 Empleo de exhibiciones interactivas en museos interactivos de ciencia para el aprendizaje	13
2.3 Objetos de Interfaz de usuario tangibles (en inglés "Tangible User Interface Object", TUIO).....	15
2.3.1 Protocolo TUIO.....	16
2.3.2 Implementación de aplicaciones cliente del TUIO.....	19
2.4 Prototipos desarrollados al implementar TUIO.....	25
2.4.1 Prototipo 1. Desarrollo de las acciones arrastrar, girar, expandir o contraer. 26	
2.4.2 Prototipo 2. Uso de la Aceleración a partir de un gesto multi-touch	28
2.4.3 Prototipo 3. Desarrollo de un juego implementando eventos TouchEvent ..	30
3. Modelo para el diseño de actividades de aprendizaje basado en el aprendizaje experiencial y las exhibiciones(CAEDI).	32
3.1 Aprendizaje Experiencial	32
3.2 Las Exhibiciones interactivas y la filosofía del aprendizaje experiencial.....	34
3.3 Estructura y aspectos considerados por el modelo CAEDI	37
3.3.1 Primer grupo del modelo CAEDI: Mundo Exterior.....	39
3.3.1.1 La primera dimensión "El contexto Actual".....	51
3.3.1.2 La segunda dimensión "Actividades de Aprendizaje"	52
3.3.1.3 La tercera dimensión "La divulgación".....	56

3.3.2	Segundo grupo del modelo CAEDI: El Mundo Interior	49
3.3.2.1	La primera dimensión "las emociones".....	61
3.3.2.2	La segunda dimensión "la cognición"	64
3.3.3	Tercer grupo del modelo CAEDI: Las Experiencias	58
4.	Diseño y Desarrollo de la exhibición Interactiva	61
4.1	Descripción del los artefactos creados en base a los criterios de diseño contemplados en el modelo CAEDI.....	63
4.2	Desarrollo de exhibiciones interactivas empleando un modelo basado en el aprendizaje experiencial y las exhibiciones interactivas	67
4.2.1	Descripción general de la exhibición.....	70
4.2.2	Fase de Exploración.....	71
4.2.3	Fase de Planificación.....	77
4.2.4	Fase de iteraciones	78
4.2.4.1	Primera Iteración.....	89
4.2.4.2	Segunda Iteración.....	98
4.2.4.3	Tercera iteración.....	109
4.2.5	Fase de Producción y Mantenimiento.....	107
4.2.6	Muerte del proyecto	108
4.2.6.1	Descripción general de la exhibición	
5.	Análisis de la trazabilidad de requerimientos.....	116
5.1	Análisis de la trazabilidad llevada a cabo desde el diseño hasta el desarrollo de la exhibición interactiva.	117
6.	Conclusiones.....	124
6.1	Trabajo a Futuro	126
Anexo A.....		128
Referencias.....		129
Índice de Figuras		
Índice de Tabas		

Índice de Figuras

Figura 2.1: Arquitectura general del <i>framework</i> TUIO.	16
Figura 2.2: Elementos involucrados en la implementación de aplicaciones cliente del TUIO	20
Figura 2.3: Interfaz de TUIOpad	21
Figura 2.4: Diagrama de secuencia para detectar un touch	23
Figura 2.5: Diagrama de secuencia para actualizar un touch.....	24
Figura 2.6: Diagrama de secuencia para remover un toch.....	25
Figura 2.7: Acciones desarrolladas en el prototipo 1.....	27
Figura 2.8: Prototipo 1 ejecutándose en la mesa multi-touch del museo sol del niño	28
Figura 2.9: Prototipo 2 desarrollado para la plataforma Flash	29
Figura 2.10: Prototipo 2 implantado en la mesa multi-touch del museo sol del niño en Mexicali.	29
Figura 2.11: Prototipo 3 desarrollado para la plataforma Flash	31
Figura 2.12: Prototipo 3 implantado en la mesa multi-touch del museo sol del niño en Mexicali.	31
Figura 3.1: Relación entre las características de las exhibiciones interactivas y el ciclo del aprendizaje experiencial	36
Figura 3.2: Modelo para el diseño de actividades de aprendizaje basado en el aprendizaje experiencial y las exhibiciones interactivas (CAEDI).....	39
Figura 3.3: Ciclo de aprendizaje experiencial (Kolb, 1984)	55
Figura 3.4: Modelo propuesto por McCarthy (1987) basado en la propuesta hecha por Kolb (1984).....	57
Figura 3.5: Experiencias presentes durante la actividad de aprendizaje.	59
Figura 4.1: Elementos involucrados para la parte del diseño de la exhibición interactiva.....	63.
Figura 4.2: Elementos involucrados para la parte del desarrollo de la exhibición interactiva.....	62
Figura 4.3: Metodología Extreme Programming.....	69
Figura 4.4 : Diagrama de clases correspondiente a la estructura de la aplicación.	83
Figura 4.5 : Interfaz y escenario necesario para la interacción del visitante con la exhibición. Se muestran los elementos de diseño para dicha interacción.	83

Figura 4.6 : Interfaz y diagrama de clases correspondientes a la creación de los personajes.....	84
Figura 4.7 : Diagrama de clases correspondiente a la estructura de los mensajes.	84
Figura 4.8: Visualización de los mensajes de comandos	85
Figura 4.9: Visualización de los mensajes de restricción.	85
Figura 4.10 : Diseño y creación de los elementos coleccionables (peces).	91
Figura 4.11 : Visualización del tiempo.....	92
Figura 4.12 : Diagrama de clases de los lanzamientos.	92
Figura 4.13 : Interfaz y diagrama de clases correspondiente a la creación de los obstáculos.	93
Figura 4.14: Visualización de los estados de destrucción para los obstáculos.....	94
Figura 4.15: Segmentos de código correspondientes a la detección de colisiones.	94
Figura 4.16: Segmentos de código correspondientes a la disminución de peces.....	95
Figura 4.17: Visualización de un lanzamiento entre jugadores.....	95
Figura 4.18: Segmentos de código correspondientes a mostrar y generar los mensajes de término.....	102
Figura 4.19 : Visualización de los mensajes de termino.	102
Figura 4.20: Diagrama de clase correspondiente a la implementación de los sonidos para la exhibición.....	103
Figura 4.21: Diagrama de clases correspondiente a la creación de la clase TuioComponent.	104
Figura 4.22: Diagrama de clases correspondiente a la conexión con el servidor Tuio....	104
Figura 4.23: Diagrama de clases correspondiente a la gestión de puntosTouch en relación a la clase TouchControl.	105
Figura 4.24: Ventana de comandos de interfaz.....	108
Figura 4.25: Botones de acciones.....	108
Figura 4.26: Cuadros de secuencia	109
Figura 4.27: Botones para la elección de personajes.....	109
Figura 4.28: Indicación de pescados a obtener.....	110
Figura 4.29: Características del terreno de juego.....	111
Figura 4.30: Arrastrando el botón de acción "girar a la derecha" hacia un cuadro de secuencia.	111
Figura 4.31: Descripción de un mensaje de texto correspondiente al botón de acción "lanzar objeto", para el jugador 1.....	112

Figura 4.32: Personajes y sus características	113
Figura 4.33: Lanzamiento del un objeto del jugador 1 hacia el jugador 3.....	113
Figura 4.34: Destrucción de un obstáculo por parte del jugador 1.....	114
Figura 4.35: Mensaje de restricción para el jugador 1.....	115
Figura 5.1: Matriz de Trazabilidad de los requerimientos identificados de acuerdo con los criterios de diseño del modelo elaborado.....	119
Figura 5.2:Matriz de Trazabilidad de los requerimientos identificados de acuerdo con los criterios de diseño del formato para la descripción de la actividad.....	120
Figura 5.3: Matriz de trazabilidad de requerimientos en relación con las tareas de desarrollo, correspondientes a determinada historia de usuario.	121
Figura 5.4: Matriz de trazabilidad de las pruebas de aceptación en relación con las tareas de desarrollo.....	122

Índice de Tablas

Tabla 2.1: Mensajes definidos por el protocolo TUIO.....	17
Tabla 2.2: Semántica de los parámetros en los mensajes del protocolo TUIO.....	19
Tabla 3.1: Niveles de Divulgación con base al mensaje, el canal de comunicación y el receptor.	47
Tabla 3.2: Listado de emociones de acuerdo con diversos aspectos emocionales.	52
Tabla 4.1: Guía para el llenado del formato "Descripción de la actividad". Muestra una referencia de uso del formato, proporcionando una descripción de los campos y sus posibles usos (Ver anexo A.1).	63
Tabla 4.2: Guía para el llenado del artefacto.....	66
Tabla 4.3: Historia de Usuario: Creación y estructura de la aplicación.	71
Tabla 4.4: Historia de Usuario 2: Despliegue y Estructura de mensajes en pantalla	72
Tabla 4.5: Historia de Usuario 3: Recolección de peces en un determinado tiempo.....	84
Tabla 4.6: Historia de Usuario 4: Colisiones a lanzamientos y creación / destrucción de obstáculos	73
Tabla 4.7: Historia de Usuario 5: Disminuir la cantidad de peces de otro jugador.	74
Tabla 4.8: Historia de Usuario: Desplegar mensaje cuando se cumpla o no se cumpla la meta.	75
Tabla 4.9: Historia de Usuario 7: Tocar sonido al realizar determinadas acciones.	75
Tabla 4.10: Historia de Usuario 8: Adición de la funcionalidad con TUIO.....	76
Tabla 4.11: Plan de Entrega	77
Tabla 4.12: Tareas de desarrollo: Diseñar y Crear la estructura básica de la exhibición..	78
Tabla 4.13: Tarea de desarrollo: Crear la interfaz y el escenario para la interacción del visitante con la exhibición.	79
Tabla 4.14: Tarea de desarrollo: Diseñar y Crear los personajes con un diseño distintivo propio.	80
Tabla 4.15: Tarea de desarrollo: Diseñar estructura de los mensajes que serán desplegados en pantalla al visitante.	80
Tabla 4.16 : Tarea de desarrollo: Mostrar los mensajes de comandos antes y durante su ejecución.	81
Tabla 4.17 : Tarea de desarrollo: Mostrar los mensajes de restricción.....	82

Tabla 4.18: Tarea de desarrollo: Diseñar y Crear la estructura de los elementos coleccionables (peces)	87
Tabla 4.19: Tarea de desarrollo: Crear y Diseñar la estructura del tiempo para la exhibición	87
Tabla 4.20 : Tarea de desarrollo: Agregación de Colisión a los lanzamientos.....	88
Tabla 4.21 : Tarea de desarrollo: Creación de estructura de los obstáculos	89
Tabla 4.22 : Tarea de desarrollo: Agregar estados de destrucción a los obstáculos.	89
Tabla 4.23 : Tarea de desarrollo: Detectar colisiones entre un lanzamiento y un personaje	90
Tabla 4.24 : Tarea de desarrollo: Despliegue de mensajes de termino.....	98
Tabla 4.25 : Tarea de desarrollo: Implementación de sonidos en la exhibición.....	98
Tabla 4.26 : Tarea de desarrollo: Creación de la clase TuioComponent.	99
Tabla 4.27: Tarea de desarrollo: Utilización de TuioClient para realizar la conexión con el servidor Tuio.....	100
Tabla 4.28 : Tarea de desarrollo: Agregación de métodos de gestión de puntos Touch a la clase TouchControl.....	101

Capítulo 1

Introducción

La divulgación científica ayuda no solo a conocer, sino que además a entender temas específicos del desarrollo de la ciencia y la tecnología que se relacionan en algún grado con la vida cotidiana, pero que al desconocerlos pasan desapercibidos en nuestro entorno. Según Díaz (2005) las ventajas de la divulgación científica los podemos encontrar en la evolución de los niños, los jóvenes y de toda la población, en referencia con el conocimiento de la ecología, sus problemas y la estrecha relación de ellos con la vida del planeta. Considerando a la ciencia y su relación con las actividades cotidianas, Bunge (sin año) menciona que "La ciencia como actividad —como investigación— pertenece a la vida social; en cuanto se la aplica al mejoramiento de nuestro medio natural y artificial, a la invención y manufactura de bienes materiales y culturales, la ciencia se convierte en tecnología". Es así como la ciencia día a día se involucra más con nuestras actividades y de aquí la importancia de su divulgación.

En el ámbito científico están disponibles publicaciones y otros medios encargados de la divulgación de la investigación científica los cuales generalmente resultan incomprensibles para un público no especializado y dificulta saber lo que sucede en el mundo de la ciencia y el desarrollo tecnológico. Así entonces, si se toma en consideración a la población en general como la beneficiaria de los productos para la divulgación de la ciencia, es pertinente plantear la siguiente pregunta ¿Qué tan importante es la divulgación de la ciencia? Para poder contestar a esta pregunta y a la vez sustentar la importancia de la divulgación la ciencia, es necesario en primer lugar, aclarar el significado del término divulgación.

En la editorial de la revista Ciencia y el Hombre (CyH, 2007) en su edición de septiembre del 2007 se menciona que el propósito de los productos para divulgación tales como las revistas de divulgación es "el poner al alcance de todos los lectores, independientemente de su especialidad, los conocimientos generados en las diversas disciplinas".

Martínez (2008) define el término divulgar como el " hacer accesibles las teorías y métodos de las diversas ciencias, así como sus aplicaciones concretas, a un público muy extenso".

Weber (1998) define la divulgación como "una comunicación que no debe perder su originalidad. La presentación se hace de acuerdo al contexto general de los receptores a través de una gran diversidad de técnicas o métodos, como por ejemplo: conferencias, videos, teatro, explicaciones guiadas, documentales, exhibidores interactivos, etc. La forma de divulgar la ciencia está en relación al sujeto que expone, a los medios, materiales e instalaciones que utilice y al tipo de público que reciba el mensaje."

Buscando tener una definición integradora de lo que el término divulgación comprende, en el contexto de este trabajo de tesis se entiende por divulgar la ciencia el hacer accesible las teorías y métodos de las diversas ciencias, así como sus aplicaciones concretas a un público amplio no especializado, buscando poner al alcance de todos los lectores independientemente de su especialidad, los conocimientos generados en las diversas disciplinas científicas de modo que tales conocimientos sean presentados de una forma amena, entendible e interesante y en particular empleando exhibiciones interactivas.

Referente a la importancia de la divulgación científica, Weber (1998) expone que mediante la divulgación de la ciencia es posible interesar a los niños y a los jóvenes en practicar la investigación, pudiendo con ello ampliar el conocimiento científico e impulsar la ciencia y la tecnología para el desarrollo de nuestro país, ya que permite paso a paso salir de la ignorancia para producir cultura, enriqueciendo la vida intelectual y cultural. Dicha divulgación de la ciencia busca relacionar campos y disciplinas diferentes, lo cual permite generar un conocimiento más universal, donde al querer explicar un fenómeno específico, para que otros lo comprendan, se abordan conceptos de otros campos, ampliando el conocimiento y haciendo más comprensiva la ciencia.

La búsqueda por divulgar la ciencia ha ido más allá del uso de los tradicionales medios de comunicación como la radio, prensa y televisión, a los cuales se les ha sumado Tecnologías de la información y la comunicación (TIC), Internet y las diferentes herramientas telemáticas. Además, buscando llegar a un mayor número de personas, se

han desarrollado iniciativas tales como los Museos interactivos de ciencia y tecnología (MICT), los cuales hacen uso de exhibiciones interactivas para divulgar la ciencia de forma más entendible, interesante y entretenida.

Cabe mencionar que al referirse al término de exhibiciones interactivas se habla de exhibiciones en las cuales "el visitante puede conducir actividades, recolectar evidencia, seleccionar opciones, formar conclusiones, probar habilidades, proporcionar insumos y, de hecho, alterar una situación basada en un insumo" (McLean,1993, citado en Padilla, sin año), es decir, la exhibición debe permitir al visitante realizar diferentes acciones en respuestas a los estímulos que recibe, y en respuesta a dichas acciones la exhibición será capaz de presentar al usuario los posibles escenarios, personalizando la experiencia para el visitante.

A partir de observaciones y experiencias personales de la autora de este trabajo en el Museo Sol del Niño de Mexicali, el cual puede considerarse como un MICT, algunas de las exhibiciones interactivas parecen no cumplir cabalmente con el objetivo de divulgación de la ciencia para el cual idealmente deberían estar diseñadas debido a que en varias de estas exhibiciones no se observa algún tipo de retroalimentación, demanda intelectual o bien un propósito educativo, dejando a dichas exhibiciones sólo como herramientas de entretenimiento o bien en el peor de los casos como exhibiciones cuyo uso es nulo por parte de los visitantes. Esto podría deberse a problemas referentes a su diseño y desarrollo ya que se identifica que estas exhibiciones tienden a enfocarse más en el lado emotivo de la exhibición sin considerar el lado cognitivo, el cual lleva al visitante a asimilar la información, descuidando el aspecto de la divulgación de un concepto o tópico de las ciencias.

Con el propósito de ayudar a solventar este problema, en este trabajo de tesis se propone desarrollar una exhibición interactiva cuyo diseño considere aspectos tales como la divulgación, las emociones, la cognición, entre otros, empleando para ello determinados lineamientos metodológicos que se componen de un marco de referencia conceptual y una metodología. Los lineamientos metodológicos apoyarían a los diseñadores y desarrolladores a construir la exhibición interactiva. En particular se enfocará el diseño para emplear la plataforma de una mesa interactiva multi-touch por ser esta una

tecnología atractiva para el público joven, que corresponde a la mayoría de los visitantes del museo sol del niño, además de que el museo cuenta con esta tecnología instalada.

1.1 Problemática

Una manera de visualizar la cultura científica en el país es revisando cuantos jóvenes cursan carreras universitarias con un corte científico o ingenieril. A este respecto, en el trabajo realizado por Andrade (2012), se expone que de acuerdo con la NSF (*National Science Foundation*), México en comparación con otros países, cuenta con uno de los menores porcentajes de jóvenes en edad universitaria con grados en carreras de ciencia y tecnología. Por otra parte, menciona que de entre los 30 países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), México es el país con menor índice de graduados en ingeniería y ciencias exactas, a pesar de que en general, la mayoría de los países de la OCDE han incrementado el número de graduados en ingeniería. Como información complementaria a esta situación y empleando estadísticas del CONACYT e INEGI, Andrade menciona que el número de estudiantes que ingresan a una ingeniería o carrera tecnológica (incluyendo computación e informática) ni siquiera alcanza el 3% del número total de estudiantes que ingresan a la universidad.

Considerando otra arista asociada a la cultura científica entre la población mexicana, CONACYT (2011) realizó una encuesta sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología en México. Como resultado de dicha encuesta se percató el hecho que la población (mayor de 18 años) están de acuerdo en que la investigación científica y tecnológica juegan un papel fundamental en su vida diaria. Sin embargo pese a la alta percepción acerca de su importancia, no parece que ésta influya en el interés para ingresar a carreras con corte científico e ingenieril, ya que es evidente que la demanda de este tipo de carreras va a la baja.

A partir de esta información, se asoma la necesidad de buscar alternativas innovadoras que auxilien en algún grado a fomentar el interés en la ciencia y la ingeniería. De esta manera pudiera ser posible implementar una estrategia educativa basada en la divulgación de la ciencia con la cual lograr un mayor entendimiento de la ciencia y la

tecnología especialmente entre la población de jóvenes que están próximos a escoger una carrera universitaria. Con esta estrategia se buscaría resaltar su importancia e implicaciones en la vida diaria y cómo contribuye a una expansión del conocimiento así como a su mejora y crecimiento. Esto con el propósito de fomentar de alguna manera, el interés por desarrollar la ciencia y la tecnología desde la perspectiva profesional, para lo cual podrían considerar cursar una carrera de ingeniería o licenciatura.

Por otra parte, para realizar una divulgación de la ciencia y la tecnología en el contexto actual se debe tomar en cuenta que los cambios permanentes en el escenario social, el contexto mundial globalizado, las modificaciones en la manera de realizar actividades que acompañan a la implementación de las TIC, conducen a buscar nuevas maneras de divulgar, los temas referidos a la ciencia, empleando para ello una comunicación estratégica en la cual se logre coordinar los recursos existentes para lograr una mejor divulgación del saber científico y tecnológico, es decir, buscar nuevas formas de comunicación que permita transmitir las ideas, la información o los mensajes, de forma más efectiva, entendible, llamativa e interesante.

Las TIC brindan la posibilidad de emplear técnicas y herramientas creativas que pueden ser usadas para el desarrollo de exhibiciones interactivas disponibles en espacios públicos como los MICT. Actualmente se cuenta con el acceso a una industria proveedora de tecnologías innovadoras como aquellas basadas en superficies interactivas multi-touch con interfaz de control de gestos, las cuales permiten a los usuarios navegar por contenidos interactivos a través de superficies multi-touch, dispuestas en paredes o mesas, generando *displays* interactivos que reaccionan al contacto de sus dedos.

Aunque estas exhibiciones representan un excelente medio para divulgar la ciencia y nos dan la posibilidad de poder diseñarlas empleando tecnologías novedosas como lo es la tecnología multi-touch, si no se cuenta con determinados lineamientos metodológicos que guíen el diseño y desarrollo de las exhibiciones, éstas pueden llegar a no ser eficientes para el propósito de divulgación para el que fueron creadas. De aquí que surja la necesidad de proponer iniciativas que sirvan de guía para el diseño y desarrollo de dichas exhibiciones, y mediante la cual sea posible responder a preguntas tales como ¿qué se va a divulgar? y ¿cómo se va a divulgar?, buscando con ello la elaboración de exhibiciones interactivas para la divulgación de la ciencia las cuales permitan lograr en el

público un interés y curiosidad por temas referentes a la ciencia, y cuyo diseño pueda ser repetible.

1.2 Justificación

Con la divulgación de la ciencia no sólo se busca ofrecer datos, presentar hechos y dar información, sino también brindar las pautas necesarias para comparar, confrontar y valorar conocimientos, reconstruir la información y evaluar las conclusiones. De lo que se trata es que el público participe del mundo de la ciencia en una forma activa e integral, y que la divulgación de la ciencia ayude a distribuir una riqueza cultural.

Es claro que una participación más activa de la comunidad científica en la divulgación permitiría entusiasmar a los estudiantes para que conozcan y consideren a la ciencia como una actividad profesional no sólo posible e interesante, sino también agradable, ayudando a la promoción de carreras de corte científico e ingenieril.

El riesgo de no contar con mecanismos eficientes e intencionalmente diseñados para que cumplan con un propósito específico es el de privar al sector estudiantil, especialmente aquel conformado por aquellos jóvenes que aún no han ingresado a la universidad, de no conocer y entender los avances científicos y el desarrollo tecnológico y así perder la oportunidad de interesarlos en éstas disciplinas como una profesión. Como se mencionó anteriormente hay una notable baja de matriculación en carreras de corte científico e ingenieril, lo que nos lleva a buscar formas mediante las cuales podamos llegar de manera más efectiva y llamativa a este sector tan importante de la población, siendo la divulgación una alternativa viable para este propósito.

Hoy en día contamos con TIC que se presentan como una gran oportunidad para solventar de manera exitosa este reto, en forma de herramientas mediante las cuales podemos desarrollar productos útiles para una buena y efectiva divulgación de la ciencia. Una divulgación que permita mostrar los productos científicos y tecnológicos de manera llamativa y bajo una metodología que permita no sólo dar a conocer el conocimiento si no darlo a entender.

Para fines de este trabajo de tesis resulta de interés particular la divulgación de la ciencia de la computación mediante el empleo de TIC, debido principalmente a que recientemente se ha observado una baja de matriculación en las carreras afines a esta ciencia. Para ello, la figura que mejor se acerca a este propósito es de las exhibiciones interactivas como aquellas que se encuentran en los museos MICT. A propósito de esto, resulta curioso que no se cuenten con exhibiciones interactivas en los MICT específicamente diseñadas para la divulgación de la ciencia de la computación a pesar de que muchas de estas exhibiciones son elaboradas en base a componentes y conocimientos estrechamente ligados a la computación y a la informática.

La estrategia de la divulgación a través de exhibiciones interactivas en MICT adquiere sentido al analizar la reciente proliferación de los MICT, Padilla (2011) expone que "en las últimas tres décadas se ha registrado a nivel mundial un explosivo fenómeno de proliferación de centros interactivos de ciencias. Éstos parecen ir consolidando un importante y espectacular recurso social para la popularización, la divulgación y el aprendizaje no formal de la ciencia y la tecnología. Con mayor o menor intensidad, según el caso, los países latinoamericanos están siendo parte de este fenómeno".

Por otra parte, en el mismo trabajo (Padilla, 2011) se señala que las misiones particulares de los MICT se formulan alrededor de tres grandes ejes:

- Lograr que en general aumente la consciencia del visitante acerca del papel y la importancia de la ciencia y la tecnología en la vida actual.
- Proporcionar experiencias educativas que hagan que los usuarios comprendan algunos principios científicos y aplicaciones tecnológicas que antes no entendían.
- Acercar e interesar de una manera atractiva a la gente a la ciencia y la tecnología, de modo que se sienta estimulada a involucrarse en actividades que se relacionan con ellas.

La ciudad de Mexicali cuenta con un MICT que es el Museo Sol del Niño el cual recibe alrededor de 303,979 visitantes anuales (García, 2009). En el año 2011, el Museo Sol del Niño adquirió exhibiciones interactivas basadas en tecnologías multi-touch. En base a la información anterior se plantea como una iniciativa a explorar el uso de

exhibiciones interactivas en los MICT como productos de divulgación de la ciencia de la computación, presentándose una oportunidad de llegar a un mayor número de personas en su mayoría jóvenes, mediante el empleo de herramientas llamativas a las cuales se tiene acceso. Hoy en día, resulta evidente que la industria del hardware y software en la región está creciendo, comenzando a ser una fuente importante de trabajo, por tanto resulta primordial el buscar un aumento en la cantidad de egresados de las carreras de la ciencia de la computación, los cuales irían a trabajar a esta industria, la iniciativa propuesta podría ofrecer un medio por el cual se genere interés y curiosidad en los jóvenes por dicha ciencia motivándolos a ingresar a carreras de esta índole.

1.3 Objetivo General

El desarrollo de una exhibición interactiva para la divulgación de la ciencia de la computación empleando tecnologías multi-touch, orientada a fomentar el interés en el estudio de la ciencia de la computación en el sector estudiantil pre-universitario.

Como objetivos particulares se encuentran los siguientes:

- Formalizar una estrategia para el establecimiento de los requerimientos de la exhibición interactiva.
- Desarrollo de una exhibición interactiva basada en tecnologías multi-touch.
- Análisis de la trazabilidad llevada a cabo desde el diseño hasta el desarrollo de la exhibición interactiva.

1.4 Metodología

La metodología que se siguió para el desarrollo de dicho trabajo de tesis se divide en las siguientes etapas:

Etapas 1. Elaboración del estado del arte.

Se realizó una investigación mediante la cual se exploraron los antecedentes del tema que se investigó

Etapas 2. Análisis de las herramientas empleadas para el desarrollo de aplicaciones para este tipo de tecnologías.

Se realizó un análisis de las herramientas para desarrollar aplicaciones que puedan ser montadas en estas exhibiciones. Con esto se buscó identificar los posibles requerimientos y restricciones que pudiesen surgir en el desarrollo de dichas aplicaciones.

Etapas 3. Desarrollo de prototipos utilizando las herramientas de desarrollo necesarias para que estos puedan ser implantados en dichas exhibiciones.

Se elaboraron tres prototipos utilizando las herramientas de desarrollo necesarias para que estos pudieran ser implantados en dichas exhibiciones. La elaboración de estos prototipos tuvo como finalidad la obtención de los conocimientos y habilidades necesarias para el desarrollo de exhibiciones interactivas mediante el empleo de tecnologías multi-touch.

Etapas 4. Elaboración de un modelo para el diseño educativo y tecnológico de exhibiciones interactivas.

Se elaboró un modelo, el cual se basó en determinados criterios que nos permitió tener una guía de diseño, para el desarrollo de las exhibiciones interactivas en los MICT para la divulgación de las ciencias.

Etapas 5. Elaboración de los artefactos necesarios para la obtención de los requerimientos de la exhibición interactiva.

Se elaboraron los artefactos correspondientes con base a los criterios expuestos por el modelo, los cuales sirvieron de guía para el desarrollo de la exhibición interactiva.

Etapa 6. Desarrollo e Implementación de una exhibición interactiva basada en equipos multi-touch.

Una vez obtenidos, mediante los artefactos, los requerimientos para la exhibición interactiva, se desarrollo la exhibición para posteriormente ser implantada en la mesa multi-touch del museo sol del niño .

Etapa 7. Análisis de la trazabilidad de los requerimientos

El análisis comprendió lo referente a la trazabilidad desde los criterios de diseño hasta los artefactos empleados para cumplir con los requerimientos identificados de dichos criterios para el desarrollo de la exhibición interactiva.

1.5 Organización de la Tesis

El siguiente documento está organizado de la siguiente forma: en el capítulo dos se realiza un análisis del estado del arte y trabajos relacionados en divulgación de la ciencia. En el capítulo tres se detalla el modelo CAEDI, explicando cada uno de los grupos y dimensiones que lo componen. Posteriormente en el capítulo cuatro se detalla el proceso de diseño y desarrollo llevado a cabo para la elaboración de la exhibición interactiva, mostrando los artefactos generados para la obtención de requerimientos con base a los criterios expuestos por el modelo, así como los artefactos generados en cada una de las fases de la metodología *extreme programming* para el desarrollo de la exhibición interactiva, anexando una breve descripción de la exhibición desarrollada. Posteriormente en el capítulo cinco se presenta un análisis de la trazabilidad de los requerimientos llevada a cabo durante el desarrollo de la exhibición interactiva. Finalmente en el capítulo seis se exponen las conclusiones e interpretaciones del trabajo de tesis, así como un primer acercamiento a los posibles trabajos futuros.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Medios de comunicación utilizados para la divulgación de la ciencia

Bretz (1972) define a la comunicación "como un proceso de tres pasos para la transferencia dinámica de información de una persona a otra"; en sí el proceso involucra una persona que envía el mensaje seleccionando un pensamiento de su conocimiento expresado por ejemplo en palabras, después emplea algún medio de transporte por el cual envía el mensaje codificado y finalmente cuando el mensaje es recibido por el receptor, si el lenguaje es conocido, el mensaje es decodificado y comprendido.

El medio de transporte al que hace referencia Bretz (1972) es lo que se conoce como medio de comunicación. En la actualidad la divulgación de la ciencia se realiza en prácticamente cualquier tipo de medio de comunicación. Se emplean medios impresos como revistas de divulgación o periódicos; medios físicos como juegos de mesa o exhibiciones interactivas; y medios electrónicos como la radio, la televisión y el internet. En México algunas estrategias de divulgación que emplean algunos de estos medios son:

- La revista de Divulgación Ciencia y Desarrollo. Su principal objetivo es comunicar el conocimiento de manera clara y precisa al público no especializado, pero interesado en acrecentar su comprensión acerca del mundo y su perfil cultural a través de elementos propios de la investigación en ciencia, tecnología y áreas humanísticas y sociales. Por ello se incluyen ensayos, artículos, reportajes, entrevistas, reseñas bibliográficas y noticias acerca del acontecer cultural, entendido como un sistema donde ciencia, arte, humanidades y sociedad se integran.
- La Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT). El cual es un foro por medio del cual millones de niños y jóvenes mexicanos conocen las múltiples posibilidades que ofrecen las áreas de la ciencia en los campos de la actividad

productiva, la investigación científica y la docencia. Los jóvenes visitan las instalaciones de las universidades y museos e interactúan entre investigadores y su infraestructura. Su misión es promover la ciencia y proyectarla como pilar fundamental del desarrollo económico, cultural y social de nuestro país.

- Concurso de Pintura Infantil. Su objetivo es fomentar el interés de los niños y las niñas en la Ciencia y Tecnología a través de la pintura por medio del arte.
- Noti-Niños. Es un espacio en forma de portal de internet creado para niños y no tan niños, en donde se ofrece información sobre ciencia y tecnología, con la finalidad de acercar todos estos conocimientos y herramientas a nuestros futuros científicos.
- Centro de Divulgación de Ciencia y Tecnología (CeDiCyT). El Instituto Politécnico Nacional. Este no es una estrategia que utilice un medio pero su importancia radica en que atendiendo a su vocación dentro de las Instituciones de Educación Superior, propicia y fomenta la educación e investigación científica y el desarrollo tecnológico por medio de este centro.

El empleo de las TIC y las diferentes herramientas telemáticas como medios de comunicación han llevado a buscar nuevas estrategias para la divulgación de la ciencia empleando tecnologías de punta en el desarrollo de exhibiciones interactivas para los MICT. Este tipo de museo ha proporcionado un contexto que resulta adecuado para el uso de estas tecnologías, puesto que están dirigidos al público en general y con particular énfasis en los jóvenes, con el fin de inducir y motivar su vocación hacia el estudio de las ciencias y tecnologías. En el país se pueden encontrar museos de este tipo en sus principales ciudades como por ejemplo el Museo Sol del Niño (en Mexicali, B.C), el Museo Tezozómoc (en México D.F), el Museo de la Luz (en México D.F) y el planetario Luis Enrique Erro (en México D.F), el Museo del papalote (en México D.F), el Museo del Trompo (en Tijuana), entre otros.

Algunas de las tecnologías de punta empleadas en los MICT y que se encuentran en el Museo Sol del Niño de Mexicali son superficies interactivas multi-touch. Este tipo de tecnologías brindan la posibilidad de emplear técnicas y herramientas creativas para

divulgar la ciencia que van más allá de los medios de comunicación tradicionales (radio, prensa, televisión, entre otros), pudiendo ser usadas para el desarrollo de exhibiciones interactivas para la divulgación de la ciencia.

2.2 Empleo de exhibiciones interactivas en museos interactivos de ciencia para el aprendizaje

McManus (1992, citado en Padilla, 2011), define 4 tipos de museos interactivos de ciencia en términos de generaciones:

- Los museos de primera generación (como los museos tradicionales de arte) son de corte expositivo, pues despliegan acervos acumulados y selecciones de objetos por alguna razón valiosos en sí mismos. En general, no ponen especial énfasis en estimular la participación activa del visitante; el papel de este es más bien pasivo.
- Los museos de segunda generación (como los viejos museos de ciencia y tecnología) son de corte mayormente demostrativo y pretenden mostrar el funcionamiento de las cosas mediante exhibiciones que reaccionan a la puesta en marcha por parte del visitante.
- Los museos de tercera generación enfatizan la participación activa del visitante y su carácter es mayormente interactivo, pues procuran propiciar la interdependencia y la acción recíproca entre la exhibición y el usuario. La experiencia interactiva que ofrece al usuario son de "final cerrado", esto es, con consecuencias y resultados mayormente predefinidos.
- Por último los museos de cuarta generación son aquellos que utilizan tecnología de punta poniendo énfasis en la participación creativa del visitante, al proporcionarle una experiencia definida por él mismo, elegida entre varias opciones. Es decir, el usuario tiene la posibilidad de redefinir la exhibición misma, mediante exhibiciones de "final abierto" que va más allá de tan sólo tocar o manipular. Con frecuencia estos museos incluyen experimentos con plantas y

animales y fungen como foros de análisis y debate social acerca de temas de ciencia y tecnología (incluyendo el rol de éstas en la sociedad).

Si bien se exponen cuatro tipos de museos interactivos que difieren no solo en la forma en que invitan al usuario a interactuar con las exhibiciones, sino además en cómo mediante esta interacción se busca dar a conocer algún conocimiento científico. Estos tipos de museos concuerdan en proporcionar al usuario una experiencia educativa, la cual pudiera llevar a interesarlo por la ciencia y la tecnología.

Padilla (2011) a partir del trabajo de Semper (1990) indica que la atraktividad y el potencial de aprendizaje en las exhibiciones interactivas se realiza con cuatro rubros:

- curiosidad y motivación intrínseca.
- modos múltiples de aprendizaje.
- juego y exploración en el proceso de aprendizaje.
- conocimientos y modelos mentales previos del usuario.

De acuerdo con estos cuatro rubros el potencial y atractivo del aprendizaje en las exhibiciones interactivas por parte de los museos interactivos de ciencia radica en la posibilidad de poder brindar al visitante, mediante las exhibiciones interactivas, actividades llamativas que reten sus habilidades físicas y mentales. Dichas exhibiciones deben ser capaces de proveer mediante el juego y la exploración de varias opciones para el desarrollo de sus metas y dar retroalimentación, considerando aspectos no solo cognitivos, sino también afectivos y sociales del visitante, promoviendo una mayor participación, y por consiguiente una mayor satisfacción y aprendizaje.

2.3 Objetos de Interfaz de usuario tangibles (en inglés "Tangible User Interface Object", TUIO)

La sección 2.3 es un concentrado de la documentación técnica referente a las especificaciones de TUIO y que se consideró como pertinente al objetivo de este trabajo de tesis. Lo que se expone en las siguientes secciones ilustra las características principales del *framework* TUIO para presentar una revisión general de su funcionamiento. La documentación técnica en extenso se encuentra disponible en el portal web oficial en <http://www.tuio.org>.

Johnson y Foote (1988), definen a un *framework* como una aplicación reutilizable, semi-completa que puede ser especializada para producir aplicaciones concretas y específicas. El *framework* describe los objetos que componen el sistema, cómo éstos interactúan, y cuáles son sus responsabilidades.

El acrónimo TUIO se traduce en "Objetos de interfaz de usuario tangibles" y es un *framework* abierto que define un protocolo común, conocido como protocolo TUIO, así como una interfaz de programación de aplicaciones (*Application Programming Interface*, API) para superficies multi-touch.

El *framework* TUIO consiste en el despliegue de una interfaz de usuario en alguna superficie multi-touch en la cual se puede tocar o colocar objetos sobre ella. Un diagrama general de la arquitectura se muestra en la Figura 2.1. Un rastreador TUIO reconoce los punteros e interpreta los gestos multi-touch o los objetos sobre la superficie observados por el sensor, en la mayoría de los casos una cámara, y crea objetos manipulables en el lenguaje de programación que se esté utilizando; estos objetos se utilizan para realizar el reconocimiento de acciones tales como girar, arrastrar, expandir, contraer, entre otros. Los objetos manipulables son enviados por un puerto de red empleando el protocolo TUIO. Una vez que la aplicación cliente recibe los objetos manipulables por medio del puerto, se procesan para poder realizar el reconocimiento de las acciones realizadas sobre la superficie. La aplicación entonces realiza las operaciones necesarias y muestra los cambios en la interfaz de usuario haciendo uso de un proyector.

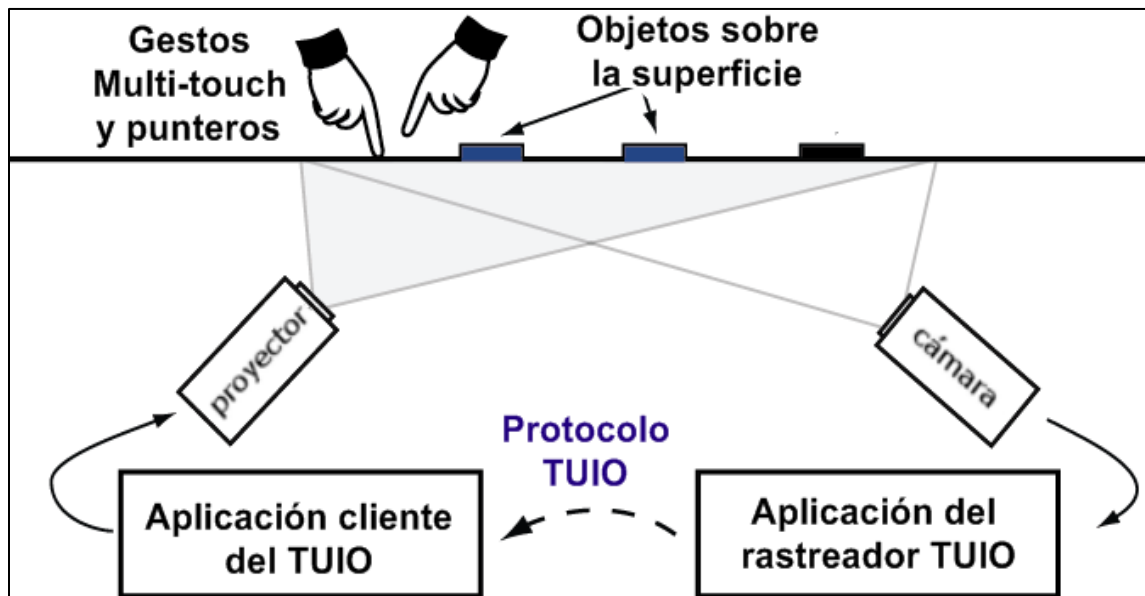


Figura 2.1: Arquitectura general del *framework* TUIO¹.

2.3.1 Protocolo TUIO

El protocolo TUIO ha sido diseñado principalmente como una capa de abstracción para la designación y la transmisión de punteros y los estados de objetos tangibles en el contexto de superficies multi-touch. Este protocolo codifica los datos de control desde una aplicación y los envía a cualquier aplicación cliente que es capaz de decodificar el protocolo.

El protocolo TUIO se codifica utilizando el formato de control abierto de sonido (en inglés *Open Sound Control*, OSC), que proporciona un eficiente método de codificación binaria para la transmisión de datos arbitrarios de un controlador. Por lo tanto, las implementaciones TUIO deben basarse en una válida implementación OSC para la plataforma deseada. El método de transporte por defecto para el protocolo TUIO consiste en la encapsulación de la información de mensajes OSC binarios dentro de paquetes empleando el protocolo de control de transmisión (en inglés *User Datagram Protocol*,

¹ Imagen extraída del sitio <http://www.tuio.org/>

UDP) enviados por el puerto 3333. A este método de transporte predeterminado se le conoce como TUIO/UDP, y la mayoría de las implementaciones para TUIO se basan en el. Algunas plataformas como Flash sólo admiten sockets basados en el protocolo de control de transmisión (en inglés *Transmission Control Protocol*, TCP). Por lo tanto algunas implementaciones para TUIO también apoyan canales alternativos de transporte como TCP, a este método de transporte se le conoce como TUIO/TCP.

2.3.1.1 Especificaciones del protocolo TUIO

El protocolo TUIO define ciertos mensajes, los cuales son enviados a través de paquetes ya sea empleando el protocolo UDP o TCP y mediante los cuales se envía información respecto al estado de los punteros y/u objetos sobre la superficie multi-touch como su posición, orientación, entre otros. La Tabla 2.1 se presenta los principales mensajes empleados por el protocolo TUIO, así como una descripción de su implementación.

Tabla 2.1: Mensajes definidos por el protocolo TUIO

Mensajes definidos por el protocolo TUIO	Descripción
SET	Se utilizan para comunicar información sobre el estado de un objeto como la posición, orientación, y otros estados conocidos.
ALIVE	Indican el conjunto actual de los objetos presentes en la superficie utilizando un listado de identificadores de sesión única (en inglés session ID).
FSEQ	Son definidos únicamente en cada paso de actualización con un ID único asociado a un conjunto de mensajes SET Y ALIVE.
SOURCE	Se utiliza para identificar la aplicación TUIO origen y la dirección

En general los mensajes son empaquetados y luego enviados a la aplicación cliente del TUIO. Un paquete típico TUIO contendrá inicialmente un mensaje ALIVE, seguido de un número arbitrario de mensajes SET que puedan caber en la capacidad real del paquete y al final un mensaje FSEQ. Los mensajes FSEQ son diferentes entre cada paquete enviado. Opcionalmente mensajes SOURCE pueden ser transmitidos para

permitir a la aplicación cliente del TUIO la multiplexión de varios rastreadores TUIO. Después de cada cambio de estado en la superficie multi-touch un conjunto de mensajes son enviados, cuando los punteros y/u objetos permanecen inmóviles los paquetes son enviados a un ritmo fijo. La aplicación cliente del TUIO deduce la eliminación, detección o actualización de un objeto a partir de los mensajes SET y ALIVE.

Cabe mencionar que el protocolo TUIO al estar basado en OSC sigue su sintaxis general. Por lo tanto una aplicación cliente del TUIO tiene que hacer uso de una librería OSC y escuchar determinados mensajes y estructura de paquetes. El siguiente ejemplo muestra la sintaxis de un paquete de un cursor de dos dimensiones de acuerdo con la sintaxis de OSC. Los parámetros que se encuentran en los mensajes describen las propiedades los estados de los objetos, ejemplos de estos parámetros son ID, la posición, velocidad, aceleración, entre otros. En la Tabla 2.2 se muestra la semántica de algunos de estos parámetros que son enviados dentro de estos mensajes.

```
/tuo/2Dcur source application@address
```

```
/tuo/2Dcur alive s_id0 ... s_idN
```

```
/tuo/2Dcur set s_id x_pos y_pos x_vel y_vel m_accel
```

```
/tuo/2Dcur fseq f_id
```

El protocolo TUIO define un conjunto de perfiles los cuales permiten la transmisión de punteros y objetos sobre la superficie multi-touch de dos dimensiones y en casos especiales de tres dimensiones por encima de la superficie multi-touch. También es posible crear perfiles personalizados, que permitan a la aplicación cliente del TUIO definir un conjunto de parámetros a transmitir. El siguiente ejemplo muestra la sintaxis de un perfil de cursor de tres dimensiones de acuerdo con el protocolo TUIO. En la Tabla 2.2 se muestra la semántica de algunos de estos parámetros que son enviados dentro de estos mensajes.

```
/tuo/3Dcur source application@address
```

```
/tuo/3Dcur alive s_id0 ... s_idN
```

```
/tuo/3Dcur set s_id x_pos y_pos z_pos x_vel y_vel z_vel m_accel
```

```
/tuo/3Dcur fseq f_id
```

Tabla 2.2: Semántica de los parámetros en los mensajes del protocolo TUIO.

Nombre de la variable	Descripción	Tipo de dato
s_id	Session ID (ID de objeto temporal)	Int 32
x_pos, y_pos, z_pos	Posición	Float 32, rango 0...1
X_vel, y_vel, z_vel	Velocidad	Float 32
m_accel	Aceleración	Float 32

2.3.2 Implementación de aplicaciones cliente del TUIO

Los dispositivos de entrada multi-touch pueden variar, incluso pueden hacer uso de aplicaciones que simulan eventos touch nativos, es decir que provienen de una interfaz física multi-touch, en plataformas ya sea en Java o Flash; haciendo uso de un servidor para establecer la comunicación y el envío de información entre la aplicación que simula los eventos touch nativos y la plataforma de desarrollo que los recibe.

La Figura 2.2 muestra los elementos involucrados en la implementación de aplicaciones cliente del TUIO, a continuación se describen cada uno de estos elementos. El servidor entrega los datos OSC binarios en formato de lenguaje extensible de marcas (en inglés *Extensible Markup Language*, XML) mediante el envío de paquetes UDP o TCP según lo requiera la plataforma. Por otra parte, la aplicación multi-touch maneja las clases de la librería de TUIO para la recepción y control de los datos enviados por el servidor.

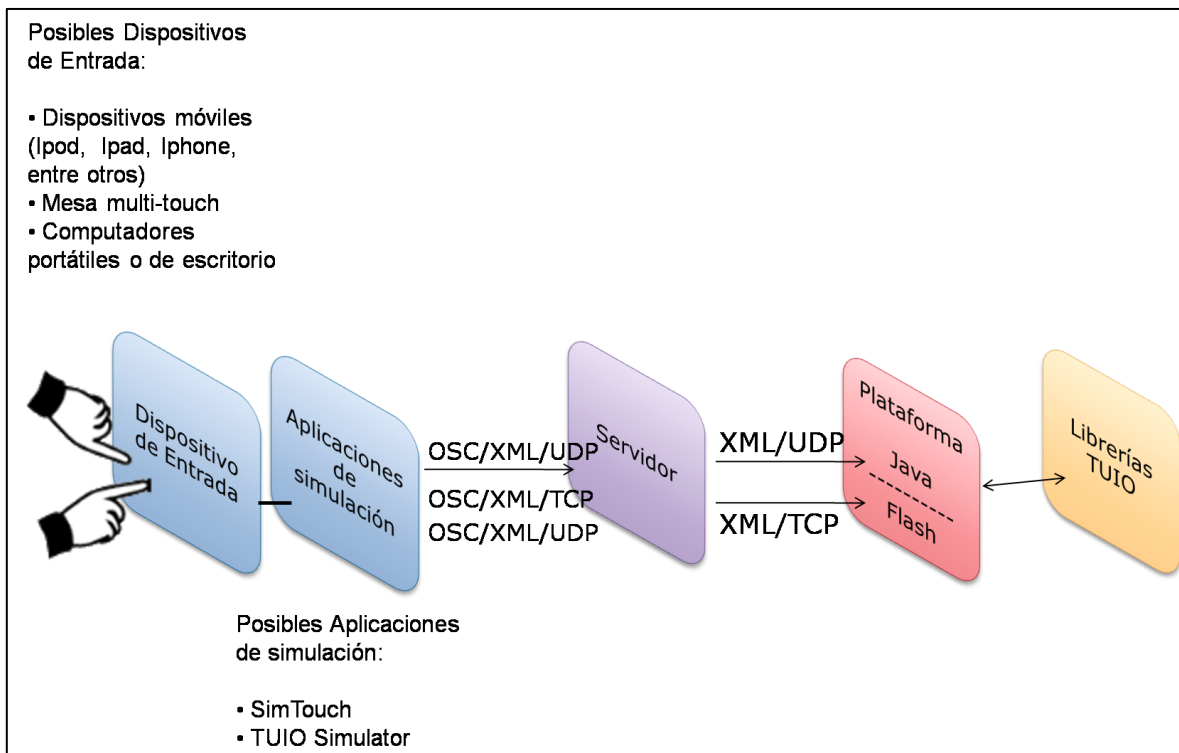


Figura 2.2: Elementos involucrados en la implementación de aplicaciones cliente del TUIO

2.3.2.1 Dispositivos de entrada multi-touch

Para fines de este trabajo se definen como dispositivos de entrada multi-touch, todos aquellos aparatos electrónicos mediante los cuales es posible controlar una aplicación multi-touch basada en el protocolo TUIO, siendo necesario el empleo de un servidor local o externo. Ejemplos de dispositivos de entrada multi-touch lo son el ipod, iphone, mesas multi-touch, entre otros.

Otros ejemplos los constituyen las computadoras personales de escritorio o portátiles, para que estos dispositivos puedan ser empleados como dispositivos de entrada multi-touch es necesario el uso de una aplicación que simule eventos touch nativos, ejemplos de estas aplicaciones son *TUIO Simulator* y *SimTouch*. *TUIO Simulator* permite simular eventos touch nativos en la plataforma de Java, para lo cual hace entrega de información de mensajes OSC binarios en formato XML dentro de paquetes UDP. Por otra parte *SimTouch* permite simular eventos touch nativos en la plataforma de Flash,

para lo cual dispara eventos touch nativos a través de sockets utilizando el protocolo TCP.

En el caso de dispositivos móviles se requiere tener acceso a una red inalámbrica a la cual éste se conectará para enviar información de seguimiento al servidor, para ello es necesario además el empleo de aplicaciones móviles como TUIOpad.

TUIOpad es un rastreador TUIO gratuito para los dispositivos móviles como iPad, iPhone y IPod touch, que permite controlar remotamente multi-touch basado en el protocolo TUIO. Esta aplicación móvil está disponible de forma gratuita en App Store de iTunes y puede ser usada en conjunto con cualquier aplicación cliente basada en TUIO. Además de utilizar el método de transporte TUIO/UDP, también puede emplear TUIO/TCP y puertos alternativos.

La Figura 2.3 muestra la interfaz de la aplicación TUIOpad. A la izquierda se muestra la pantalla de configuración de la aplicación TUIOpad. A la derecha se muestra la pantalla de trabajo, en donde los dos círculos representan dos touch y las líneas indican el movimiento llevado a cabo por el touch.



Figura 2.3: Interfaz de TUIOpad²

² Imagen extraída del sitio web <http://code.google.com/p/tuiopad/>

2.3.2.2 Utilización de un servidor TUIO

De acuerdo con la aplicación de simulación que emplee el dispositivo de entrada multi-touch, es necesario un servidor TUIO el cual establece la comunicación entre la aplicación de simulación y la aplicación desarrollada en la plataforma Flash o Java, así como el envío de información, dicho servidor puede hacer uso del protocolo de transmisión de datos TCP o UDP.

Para el desarrollo de una aplicación multi-touch en la plataforma Flash, el servidor transmitirá los datos OSC binarios en XML recibidos mediante el envío de paquetes TCP, mientras que para la plataforma Java se emplearán paquetes UDP. Las aplicaciones de simulación generan datos OSC binarios o OSC binarios en formato XML; los servidores se encargan de dar formato a esos datos ya sea de OSC a XML o bien de XML a OSC, si el servidor recibe datos en formato XML debe tenerse cuidado de no usar un servidor que remueva el formato XML ya que si se envían datos OSC a la aplicación multi-touch estos podrían ser ignorados.

2.3.2.3 Procesamiento de la información empleando la librería TUIO

A continuación se explica de manera general como se da la comunicación entre los principales actores y objetos involucrados en el procesamiento de la información recibida por la aplicación cliente del TUIO empleando la librería TUIO. Para ello se presenta el diagrama de secuencia para detectar un touch (ver Figura 2.4), el diagrama de secuencia para actualizar un touch (ver Figura 2.5) y el diagrama de secuencia para remover un touch (ver Figura 2.6).

Diagrama de secuencia para detectar un touch. En la Figura 2.4 se muestra la secuencia de eventos y las clases involucradas para detectar un touch sobre la superficie multi-touch. En términos generales la clase `TuioClient` establece una instancia de la clase `OSCConnection`, esta clase emplea sus métodos `onXML` y `parseXML` para desempaquetar el paquete OSC/XML enviado por el servidor. Posteriormente esta misma clase lanza un evento `OSC_PACKET_IN` del tipo `OSCConnectionEvent`, necesario para que la clase `TuioClient` procese los datos desempaquetados. Cuando la clase `TuioClient`

atrapa el evento OSC_PACKET_IN, sus métodos onPacketIn y processMessage obtienen los mensajes dentro del paquete que corresponden al perfil especificado en la aplicación cliente del TUIO (en este caso en particular se trata de mensajes del perfil 2DCur). Una vez obtenidos estos mensajes se lanza el método processCommand dentro de la clase Tuio2DCurProfile la cual se encarga de identificar el tipo de mensaje (en este caso en particular los mensajes SET para detectar el touch), para después ejecutar el método processSet encargado de procesar estos tipos de mensajes. Una vez procesados los mensajes se lanza el evento ADD_TUIO_2D_CUR del tipo Tuio2DCurEvent necesario para que la aplicación cliente del TUIO obtenga los datos de los mensajes procesados y pueda emplearlos para realizar una determinada acción.

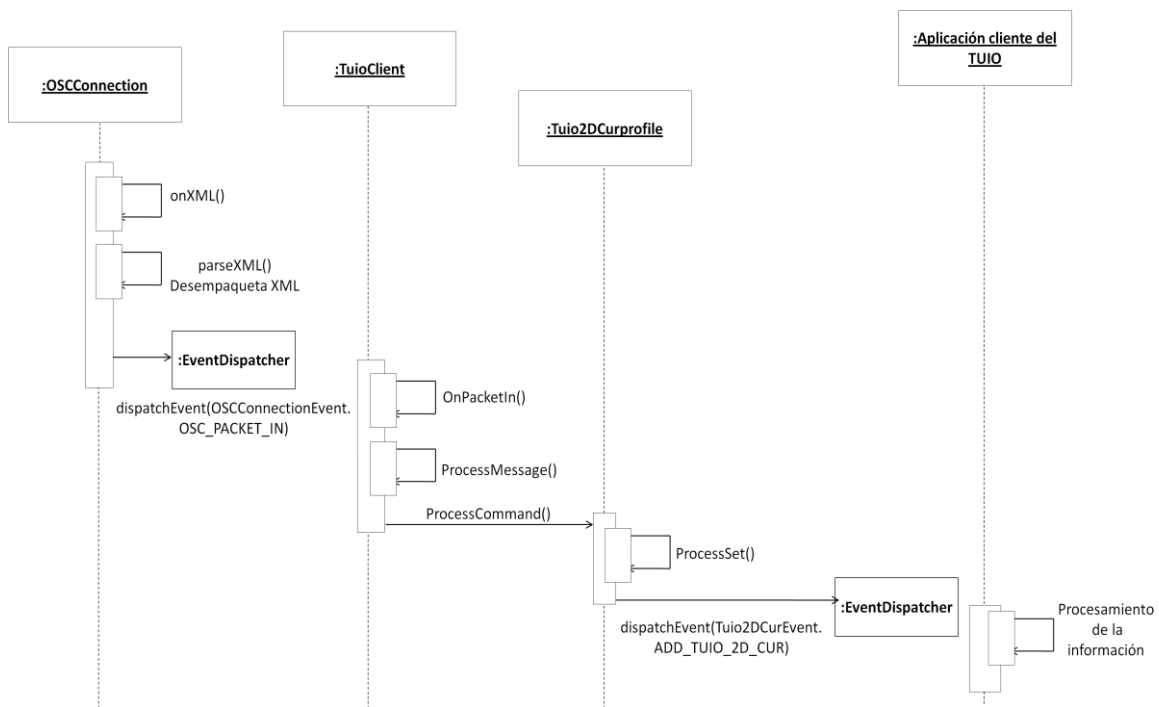


Figura 2.4: Diagrama de secuencia para detectar un touch

Diagrama de secuencia para actualizar un touch. En la Figura 2.5 se muestra la secuencia de eventos y las clases involucradas para actualizar un touch sobre la superficie multi-touch. Para llevar a cabo la actualización de un touch sobre la superficie multi-touch se emplean mensajes tipo SET. La interacción entre las clases es realizada en el mismo orden que se describió en el proceso de detección de un touch, en lo que difiere es que una vez que se ejecutó el método processSet por la clase Tuio2DCurprofile es

lanzado un evento UPDATE_TUIO_2D_CUR del tipo Tuio2DCurEvent, el cual es atrapado por la aplicación cliente del TUIO actualizando la posición del touch.

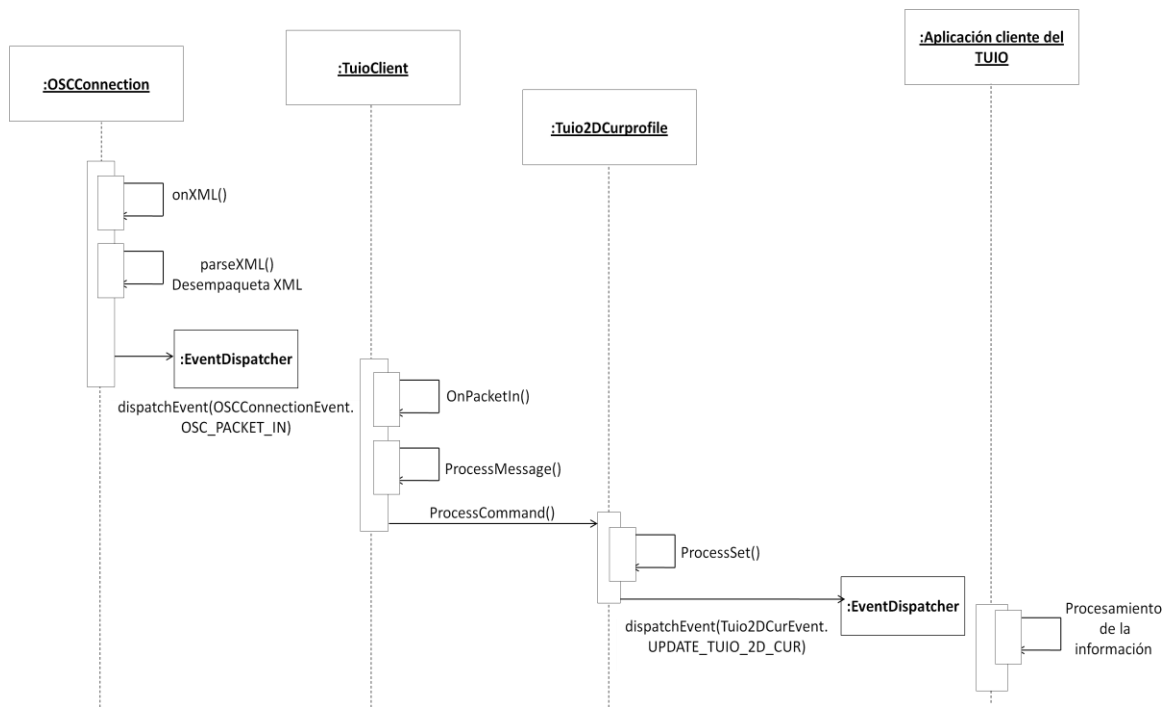


Figura 2.5: Diagrama de secuencia para actualizar un touch

Diagrama de secuencia para remover un touch. En la Figura 2.6 se muestra la secuencia de eventos y las clases involucradas para remover un touch sobre la superficie multi-touch. Al remover un touch sobre la superficie multi-touch se emplean mensajes tipo ALIVE. La interacción entre las clases es realizada en el mismo orden que se describió en el proceso de detección de un touch, en lo que difiere es que el método dispatchRemove es el encargado de procesar este tipo de mensajes, una vez que se ejecutó el método dispatchRemove por la clase Tuio2DCurprofile es lanzado un evento REMOVE_TUIO_2D_CUR del tipo Tuio2DCurEvent, el cual es atrapado por la aplicación cliente del TUIO eliminando la instancia del touch.

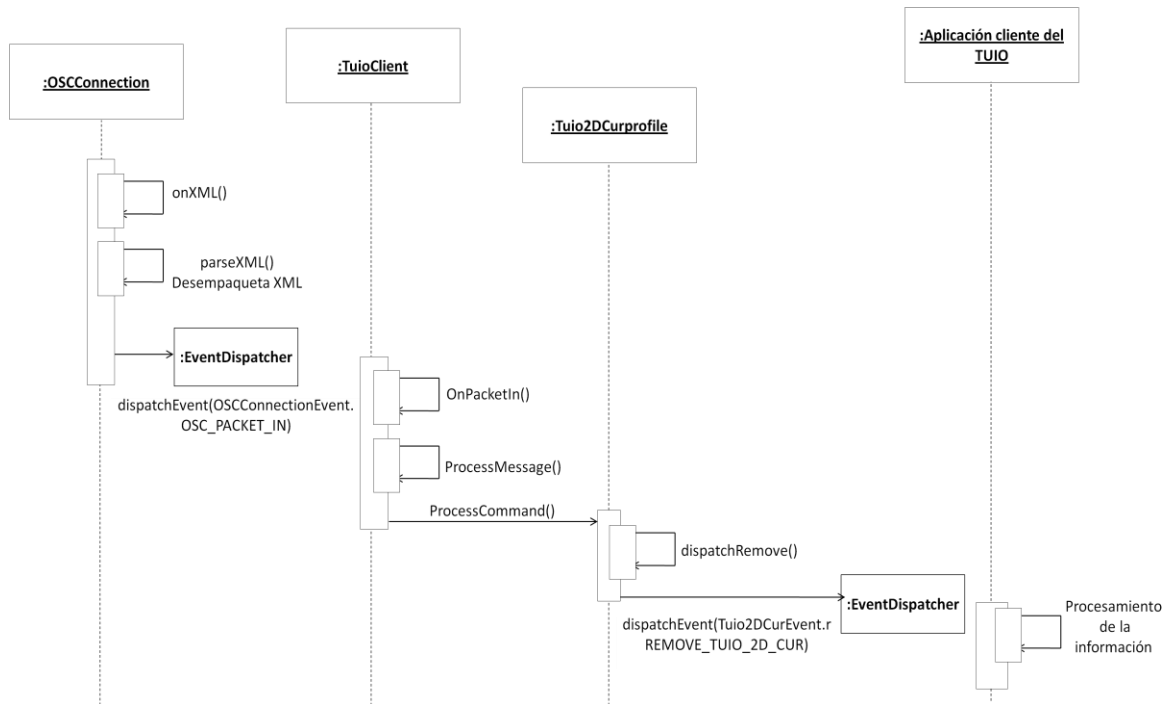


Figura 2.6: Diagrama de secuencia para remover un toch

2.4 Prototipos desarrollados al implementar TUIO

A continuación se presentan los prototipos desarrollados implementando TUIO. Esto con el fin de ilustrar en este capítulo la implementación de aplicaciones TUIO conforme a todo lo expuesto en la sección anterior.

En total se desarrollaron tres prototipos implementando TUIO, los cuales fueron probados en la mesa multi-touch del museo sol del niño en Mexicali. Estas pruebas sirvieron para detectar problemas de diseño y ejecución inherentes al dispositivo con el que se trabajó, como fueron la resolución de pantalla, el sonido, la sensibilidad de la superficie al contacto de los touch, entre otros.

2.4.1 Prototipo 1. Desarrollo de las acciones arrastrar, girar, expandir o contraer.

Se desarrolló una aplicación para la plataforma Flash, la cual contiene las clases necesarias mediante las cuales, al recibir la información referente a los touch presentes en la superficie multi-touch, se efectúan las acciones arrastrar, rotar, expandir o contraer.

La acción que se implementa depende del número de touch relevantes (aquellos que se superponen a la imagen); si no se tienen touch relevantes no se implementa ninguna acción. Si se tiene un único touch relevante es posible arrastra la imagen, más no girarla, expandirla o contraerla. Para implementar las acciones de rotar, expandir o contraer es necesario tener dos o más touch relevantes. A continuación se explica cómo se lleva a cabo cada una de las acciones mencionadas.

Expandir o contraer una imagen mostrada en la superficie multi-touch. Para realizar esta acción se determina cuales touch son relevantes. Con el cambio de coordenadas de cualquiera de los touch relevantes se toman los dos touch que estén más separados, se obtiene la distancia entre ellos y se divide entre la distancia previa al cambio de coordenadas. La imagen se escala en proporción al resultado obtenido, de esta manera los puntos se mantienen en la misma posición con relación a la imagen. En la Figura 2.7A se muestra el gesto multi-touch correspondiente para expandir o contraer una imagen.

Rotar una imagen mostrada sobre la superficie multi-touch. Empleando las coordenadas (x, y) de dos touch seleccionados y considerados como relevantes, se obtiene el ángulo entre estos dos touch. Con el cambio de coordenadas de cualquiera de los dos touch se obtiene un segundo ángulo, ambos ángulos se restan y con ello se obtiene el ángulo que hay entre ellos y se aplica la rotación a la imagen con el ángulo resultante. La dirección en que se deberá rotar la imagen dependerá del ángulo resultante: si este es positivo el ángulo se formara en sentido opuesto a las agujas del reloj a partir del eje x; si es negativo el ángulo se formara en sentido a las agujas del reloj. En la Figura 2.7B se muestra el gesto multi-touch correspondiente para rotar una imagen.

Arrastrar una imagen mostrada en la superficie multi-touch. Para realizar esta acción se obtienen las coordenadas (x, y) del touch relevante. Conforme es desplazado el dedo en la superficie la imagen es repintada en la nueva posición del touch para dar la sensación de un desplazamiento uniforme. La imagen finalmente quedara en la posición de la última actualización del touch. En la Figura 2.7C se muestra el gesto multi-touch correspondiente para expandir o contraer una imagen.

La figura 2.8 muestra el prototipo 1 ejecutándose en la mesa multi-touch del museo sol del niño en Mexicali. El prototipo 1 muestra al usuario imágenes referentes a partes de computadora y dispositivos periféricos tales como un monitor, teclado, cámara, entre otros. El usuario al colocar sus dedos sobre la imagen y realizar un gesto multi-touch, podía arrastrar, rotar, expandir o contraer la imagen seleccionada.

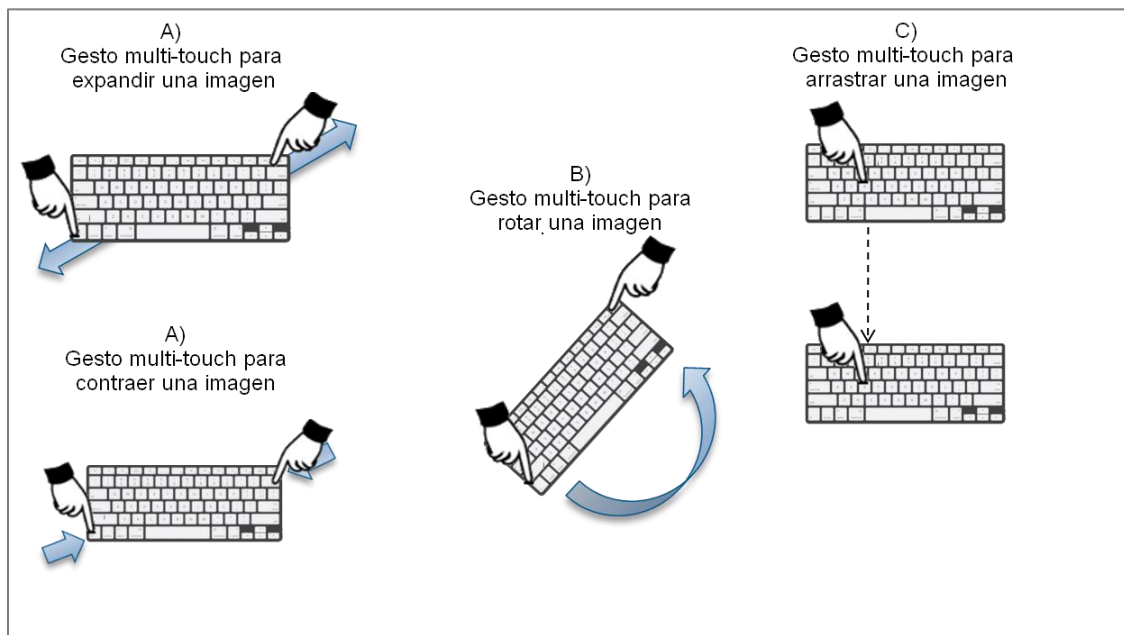


Figura 2.7: Acciones desarrolladas en el prototipo 1.

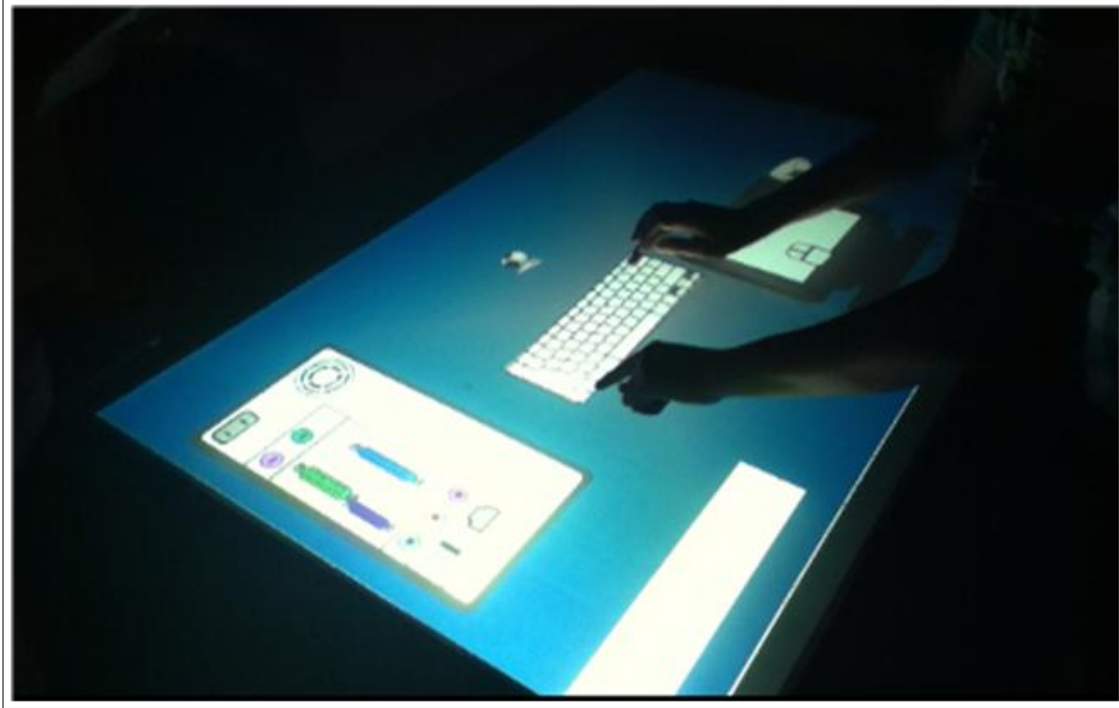


Figura 2.8: Prototipo 1 ejecutándose en la mesa multi-touch del museo sol del niño

2.4.2 Prototipo 2. Uso de la Aceleración a partir de un gesto multi-touch

El objetivo de este prototipo fue el de atribuir propiedades a la imagen mostrada en la superficie multi-touch en respuesta a alguna de las acciones tales como arrastrar, girar, expandir o contraer.

La Figura 2.9 muestra el prototipo 2 desarrollado para la plataforma Flash, se empleó como imagen un círculo. La propiedad que se atribuyó a dicha imagen fue la aceleración. La aceleración se lleva a cabo en respuesta a la acción arrastrar, cuando la imagen es arrastrada y luego soltada, esta continúa una trayectoria recta desplazándose a determinada velocidad, la cual va disminuyendo conforme se desplaza por el escenario, es decir la zona de trabajo de la aplicación, esto con el fin de desacelerarla hasta detenerla, realizando un cambio de dirección en su trayectoria cada que colisiona con los límites del escenario.

La Figura 2.10 muestra el prototipo 2 ejecutándose en la mesa multi-touch del museo sol del niño en Mexicali. El prototipo 2 muestra al usuario la imagen de un círculo. Para que la aceleración se lleve a cabo el usuario debe colocar su dedo sobre la imagen, arrastrarla y luego soltarla.

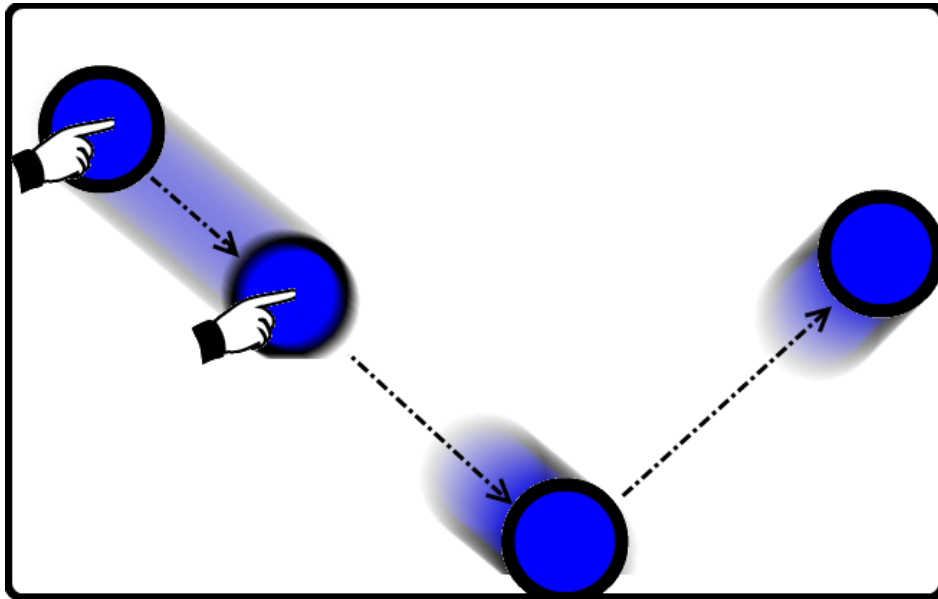


Figura 2.9: Prototipo 2 desarrollado para la plataforma Flash



Figura 2.10: Prototipo 2 implantado en la mesa multi-touch del museo sol del niño en Mexicali.

2.4.3 Prototipo 3. Desarrollo de un juego implementando eventos TouchEvent

Este prototipo fue desarrollado con la finalidad de determinar si las acciones utilizadas en los prototipos anteriores podrían emplearse fácilmente para desarrollar un juego, además de explorar como usar los eventos TouchEvents proporcionados por las librerías TUIO.

Para la funcionalidad de este juego se utilizó la acción arrastrar y los eventos TouchEvents. Los eventos TouchEvent se pueden manejar como MouseEvent normales, es decir como eventos del ratón, dando la posibilidad de interpretar la actividad de los dedos en la superficie multi-touch. Las librerías de TUIO emplean dos tipos de eventos touchEvents: los eventos Touch.Event.MOUSE_OVER (equivalen a tener presionado el botón izquierdo del ratón) y Touch.Event.MOUSE_OUT (equivalen a soltar el botón izquierdo del ratón).

La Figura 2.11 muestra el prototipo 3 desarrollado para la plataforma Flash, el cual consistió en la elaboración de un juego. Este consistió en una nave espacial la cual disparaba balas a sus enemigos, ésta podía ser desplazada por toda la superficie multi-touch al realizar la acción arrastrar sobre dicha imagen. Cuando se detecta un touch sobre la imagen de un botón rojo, situado en la parte superior izquierda, el avión dispara. Cada que el usuario acierta en un tiro eliminando una nave enemiga este adquiere 10 puntos, al llegar a 100 puntos el usuario gana. Si una nave enemiga colisiona con el avión este pierde una vida de las 3 vidas con las que empieza al ejecutarse el juego.

La Figura 2.12 muestra el prototipo 3 ejecutándose en la mesa multi-touch del museo sol del niño en Mexicali. A la izquierda se muestra al usuario colocando su dedo sobre la imagen del botón rojo, con lo cual la nave espacial (en color amarillo) disparaba. A la derecha se muestra al usuario colocando uno de sus dedos sobre la imagen de la nave espacial, con lo cual podía arrástrala por la superficie multi-touch. Se muestra como el usuario podía arrastrar y disparar la imagen al mismo tiempo, si un disparo colisionaba con una de las naves enemigas (en color rojo) esta estallaba.

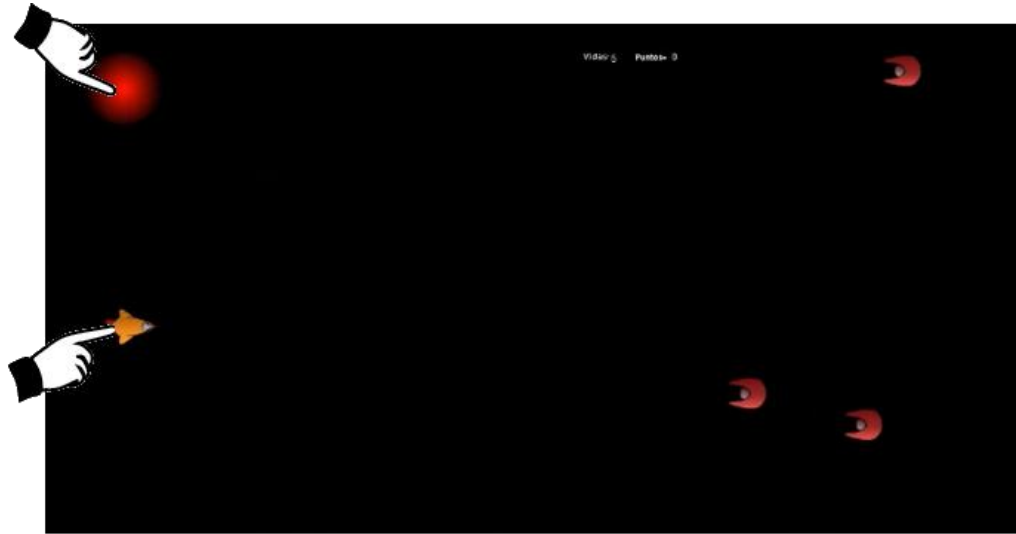


Figura 2.11: Prototipo 3 desarrollado para la plataforma Flash

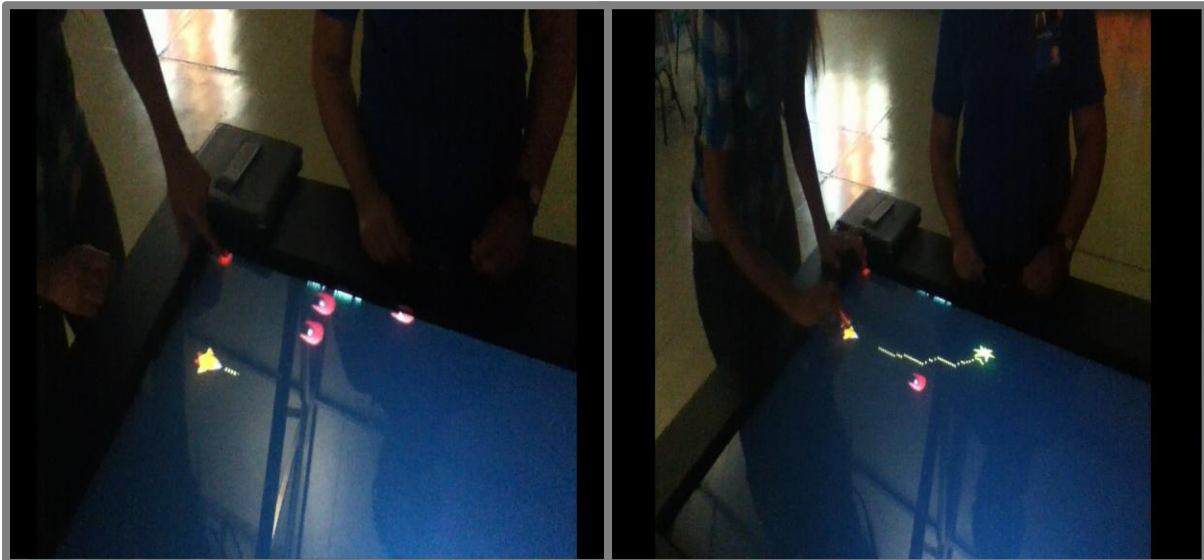


Figura 2.12: Prototipo 3 implantado en la mesa multi-touch del museo sol del niño en Mexicali.

Capítulo 3

Modelo para el diseño de actividades de aprendizaje basado en el aprendizaje experiencial y las exhibiciones(CAEDI).

Como un primer paso para llevar a cabo el "Diseño y desarrollo de exhibiciones interactivas para la divulgación de la ciencia de la computación empleando tecnologías multi-touch", se elaboró un modelo basado en el aprendizaje experiencial cuyo propósito es el poder basarse en determinados criterios que le permitan al equipo de diseño tener un marco de referencia para el diseño de exhibiciones interactivas, el cual sirva para apoyar o ayudar a los futuros desarrolladores a encontrar aquellos requerimientos que, de acuerdo con dicho modelo, deben ser considerados durante la elaboración de exhibiciones interactivas para la divulgación.

En las secciones 3.1 y 3.2 se explican las principales bases del modelo desarrollado llamado CAEDI (cuyas siglas hacen alusión a las seis dimensiones que lo componen; Contexto Actual, Cognición, Actividades de aprendizaje, Experiencia, Emociones y Divulgación). Posteriormente en la sección 3.3 se detalla la estructura y los aspectos contemplados en dicho modelo.

3.1 Aprendizaje Experiencial

Al inicio del siglo XX la educación empezó a ser reformada, y entre los nuevos filósofos educativos se encuentra John Dewey (1859-1952), el padre de la educación experiencial moderna. De acuerdo con John Dewey (1938) el aprendizaje experiencial es activo y genera cambios en la persona y en su entorno y no sólo va "al interior del cuerpo y del alma" del que aprende, sino que utiliza y transforma los ambientes físicos y sociales. Esta modalidad no se limita a la sola exposición de conceptos, sino que a través de la realización de ejercicios, simulaciones o dinámicas con sentido, busca que la persona asimile los principios y los ponga en práctica, desarrollando sus competencias personales y profesionales.

Por otra parte, para Rodas (2001) “el aprendizaje experiencial, más que una herramienta, es una filosofía de educación para adultos, que parte del principio que las personas aprenden mejor cuando entran en contacto directo con sus propias experiencias y vivencias, es un aprendizaje “haciendo”, que reflexiona sobre el mismo “hacer” .

Por su parte, el Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM, 2010) plantea que el aprendizaje experiencial influye en el estudiante o aprendiz de dos maneras: mejora su estructura cognitiva y modifica a la vez las actitudes, valores, percepciones y patrones de conducta. El aprendizaje no es el desarrollo aislado de la facultad cognoscitiva, sino el cambio de todo el sistema cognitivo-afectivo-social, que es justamente el que se hace posible mediante el aprendizaje experiencial.

Combariza (2005) expone el hecho que el valor de la experiencia como método de aprendizaje, en particular si es de tipo lúdico y no amenazante, radica en la posibilidad que da al individuo de “darse cuenta” de cómo se siente y/o cómo actúa en algunas situaciones, a la vez que puede reconocer su propio potencial, sin estimular, las resistencias generadas usualmente en otros ambientes.

De acuerdo con Combariza (2005), en la vivencia, en el juego acertadamente estructurado y bien dirigido, dentro de un ambiente propicio (e independientemente de su “complejidad”), el individuo actúa con mayor espontaneidad, se comporta más como realmente “es”, que como suele actuar o como cree que “debería ser” (suposición probablemente establecida por el grupo social, por su familia, por la organización). Este tipo de “juego” o dinámica constituye, adicionalmente, una invitación al individuo a “arriesgarse” a mirar desde otras perspectivas, a actuar de maneras diferentes a las usuales. Además, ofrece una oportunidad de trabajar con “el aquí” y el “ahora” y generar cambios reales.

Para fines de este trabajo y tomando en consideración las definiciones propuestas en Dewey (1938), Rodas (2001), ITESM (2010) y Combariza (2005), se entiende por al aprendizaje experiencial como un aprendizaje "haciendo" que reflexiona sobre el mismo "hacer", y parte del principio de que las personas aprenden mejor cuando entran en contacto directo con sus propias experiencias y vivencias, buscando que la persona a través de la realización de ejercicios, simulaciones o dinámicas con sentido, asimile principios y los ponga en práctica, desarrollando sus competencias personales y

profesionales. Haciendo posible mediante la concientización, la conceptualización y la contextualización un cambio de tipo cognitivo-afectivo y social.

De acuerdo con Dewey (1938), dicho cambio es llevado a cabo a partir de la concientización, mediante vivencias y acciones las personas van adquiriendo una conciencia cognitiva, afectivas y conductuales en relación al tema que ellos elijan, durante la conceptualización por razón de una confrontación de teorías y hechos las personas logran evaluar su realidad y ensayan un modelo adecuado de acciones compartiendo conceptos para comprender mejor las vivencias, para finalmente a través de la contextualización, las personas aplicaran y contextualizaran el tema de estudio llevándolo así a su realidad, con el fin de crear planes de estrategias y autoevaluación buscando así que cada persona se contacte a su vez consigo misma con su realidad.

3.2 Las Exhibiciones interactivas y la filosofía del aprendizaje experiencial.

En prácticamente todos los MICT del mundo las exhibiciones son concebidas como el medio a través del que se transmite la información científica. Además para muchos las exhibiciones proveen un espacio para la interacción y la socialización.

De la interacción con la exhibición el visitante obtendría el conocimiento científico que se busca transmitir, y a partir de la socialización se provee un espacio para la discusión de estos conceptos.

Partiendo de esta idea, las formas en que interactúa y se comunica el visitante con la exhibición para aprender configuran, a su vez, las tendencias pedagógicas en las que se basan los MICT.

El constructivismo es la tendencia que más aceptación a ha tenido en los últimos años entre los museólogos. Basándose en teorías del aprendizaje por reestructuración (Piaget, 1969, Vygotsky 1986, Ausubel, 1973), en las cuales se sostiene que el visitante a través de estructuras mentales previas, durante su interacción con su ambiente y la manipulación de los objetos construye su propio conocimiento.

De manera general, el constructivismo es una teoría cognitiva del aprendizaje, cuyos padres son Piaget y Vygotsky. Su rasgo fundamental está en ver a la mente del ser humano como una estructura que cambia a través de la experiencia con la realidad, de tal modo que todo conocimiento debe ser estructural para intentar acomodarse en la mente del individuo.

Por otra parte la filosofía del aprendizaje experiencial se presenta como una poderosa metodología constructivista orientada a la exploración de conceptos, que a través de alguna vivencia o experiencia previa, durante su interacción con su ambiente y objetos manipulables construye nuevas experiencias de aprendizaje, que posteriormente son contextualizadas en su realidad.

Una exhibición al ser interactiva, provee al visitante de una comunicación en dos sentidos, donde los emisores de mensajes pueden convertirse en receptores y viceversa. McLean (1993) expone que las exhibiciones interactivas son aquellas en las cuales "el visitante puede conducir actividades, recolectar evidencia, seleccionar opciones, formar conclusiones, probar habilidades, proporcionar insumos y, de hecho, alterar una situación basada en un insumo". Así, una exhibición realmente interactiva personaliza la experiencia del visitante, variando su presentación de acuerdo a cómo el diseñador percibe que serán las respuestas y necesidades del visitante, y mediante esta interactividad le permite dar distintas respuestas a las diferentes acciones que podría presentar el usuario, permitiendo con ello nuevas experiencias.

Cuando la exhibición provee de una participación activa, se habla de exhibiciones que incorporan mecanismos eléctricos, electrónicos o mecánicos, los cuales sirven de herramientas para que el usuario interactúe con dicha exhibición buscando que esta participación activa lleve consigo un valor o propósito educativo, el cual produzca cierta demanda intelectual y una retroalimentación. Screven (1974) nos plantea que: "el responder no tiene valor a menos que la respuesta se relacione con el entendimiento del mensaje de la unidad expositiva".

La Figura 3.1, muestra como estas características de las exhibiciones interactivas contribuyen en el desarrollo del ciclo del aprendizaje experiencial, pudiendo ser el aprendizaje experiencial posible en este tipo de exhibiciones. Las cuatro fases del aprendizaje experiencial comprometen activamente al usuario y estimulan el aprendizaje: después de enfrentarse a una situación determinada (vivencia o experiencia concreta), los

participantes establecen formas de abordaje, estrategias de acción o procesos que han de ser desarrollados, estas formas de abordaje dentro de una exhibición interactiva pueden ser llevadas de diferentes maneras, debido a su interactividad, permitiendo con ello nuevas experiencias de "hacer" base del aprendizaje experiencial. La exhibición al proveer de una participación activa del usuario y un propósito educativo, busca relacionar la respuesta con el entendimiento del mensaje de la unidad expositiva produciendo una demanda intelectual y retroalimentación, generando procesos de reflexión, para que los conceptos, los principios y procedimientos, se puedan integrar con la vivencia, para generar conocimiento. Los pensamientos e intuiciones resultantes son transformados en generalizaciones, que pueden aplicarse a otras situaciones para ser probadas y recomenzar el ciclo. La característica de interactividad de dichas exhibiciones está presente durante todo el ciclo de aprendizaje.

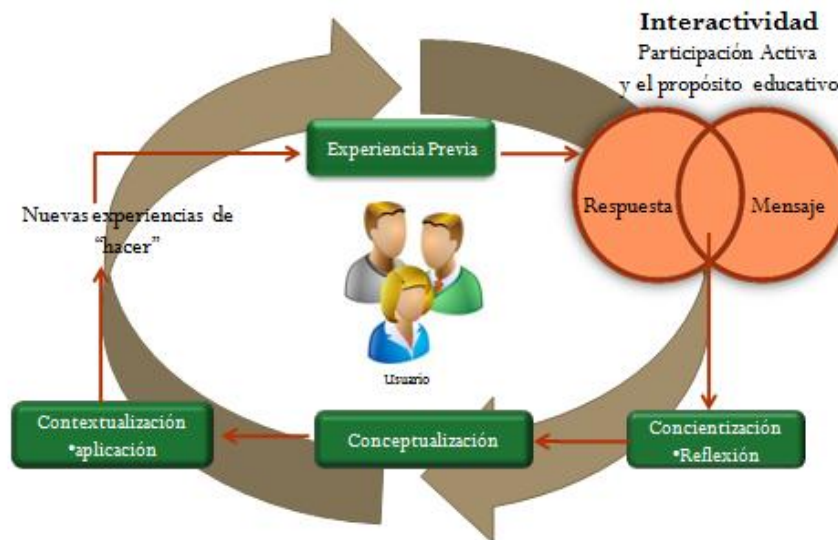


Figura 3.1: Relación entre las características de las exhibiciones interactivas y el ciclo del aprendizaje experiencial

Cabe mencionar que aún cuando se ha buscado en las exhibiciones de esta naturaleza un propósito educativo, o bien una demanda intelectual ó retroalimentación, la mayoría de los MICT poseen exhibiciones donde la parte cognitiva es poco o nada considerada, quedándose sólo con la emoción. En la educación la parte cognitiva es primordial, sin embargo en la mayoría de las exhibiciones la parte emocional resulta ser lo que principalmente se busca.

El modelo CAEDI propuesto en este trabajo de tesis, toma como base para el diseño de exhibiciones interactivas la filosofía del aprendizaje experiencial, esto debido a que los criterios que conforman a dicha filosofía, nos permite acercarnos más al lado cognitivo, siendo la parte cognitiva una característica importante en el diseño de la exhibición. Buscando dar al equipo de desarrollo criterios de diseño mediante los cuales las exhibiciones desarrolladas no sólo contemplan como importante el aspecto emocional, sino también el cognitivo.

3.3 Estructura y aspectos considerados por el modelo CAEDI

Muchos escritores se han preocupado por el aprendizaje experiencial, investigando aspectos de la experiencia de aprendizaje en diferentes grados, el resultado es que existe una disputa sobre qué aspectos se consideran importantes. Generando una controversia que continua en la medida en que el aprendizaje es social, psicológico, emocional, cognitivo o creado de otra manera.

Beard (2010), toma un enfoque integrador de las teorías sobre el aprendizaje propuestos por Dale (1969), Kolb (1984), e Illeris (2002), entre otros, y propone un modelo el cual presenta tres grupos (el mundo exterior, la interfaz sensorial y el mundo interior) y este a su vez está conformado por seis dimensiones (el entorno de aprendizaje, las actividades de aprendizaje, los sentidos, las emociones en el aprendizaje, el razonamiento y la inteligencia, y el aprendizaje y el cambio).

Para Beard (2010) estos tres grupos se relaciona entre sí de tal forma que el mundo interior del estudiante interactúa con el mundo exterior a través de los sentidos. Siendo este mundo exterior el que provee de los estímulos, los cuales el estudiante percibe e interpreta, interiorizando la experiencia de aprendizaje para posteriormente reflexionar y procesar dicha experiencia, y generar un cambio.

De acuerdo con el modelo de Beard (2010) se ha desarrollado el modelo CAEDI (ver Figura 3.2). Se ha optado por tomar este modelo como referencia debido a que toma como bases teóricas la filosofía del aprendizaje experiencial, contempla la importancia de las emociones como parte de esta experiencia de aprendizaje y expone las dimensiones

del modelo de tal forma que nos permite elaborar con base a este nuestro propio modelo, tomando aquellos aspectos que orientados a las exhibiciones interactivas nos resultan relevantes y pudiendo además considerar aquellos otros que a nuestro parecer deben ser considerados para el desarrollo de nuestras propias actividades de aprendizaje de tipo experiencial para las exhibiciones interactivas en los MICT.

La Figura 3.2, muestra el modelo CAEDI formado por tres grupos, y estos a su vez en dimensiones. La parte de color verde representa el "mundo exterior", el cual comprende tres dimensiones; 1. El contexto actual, el cual está conformado por el contexto personal y externo del visitante, 2. las actividades de aprendizaje, las cuales comprenden características de las exhibiciones interactivas y las TIC, y 3. Divulgación, en la cual se consideran los niveles de divulgación, las características del mensaje y el facilitador. La parte azul claro representa el "mundo interior", el cual comprende dos dimensiones; 1. las emociones, las cuales son consideradas como las alteraciones del estado de ánimo en el visitante durante su interacción con la exhibición, dichas emociones pueden ser positivas o negativas y se llega a estas por medio de determinadas estrategias por parte del equipo de diseño, considerando para ello el diseño de la exhibición y el tema a divulgar, y 2. La cognición, la cual comprende aspectos como los estilos de aprendizaje y el proceso cognitivo. Por último la tercera dimensión "las experiencias" están representada en color amarillo, estas pueden ser tanto personales y/o colaborativas, y comprenden las experiencia previas (todas aquellas vivencias que las personas adquieren en su desarrollo personal), las experiencias durante el proceso de interacción (donde se interioriza la experiencia de aprendizaje) y las experiencias posteriores (las que generan un cambio), las flechas punteadas de color café representan cómo se van desarrollando estas experiencias a través de la actividad de aprendizaje experiencial. Las flechas en color azul representan el ciclo de aprendizaje experiencial en sus diferentes etapas, las cuales son relacionadas con las características que se presentan en las exhibiciones interactivas en los MICT.

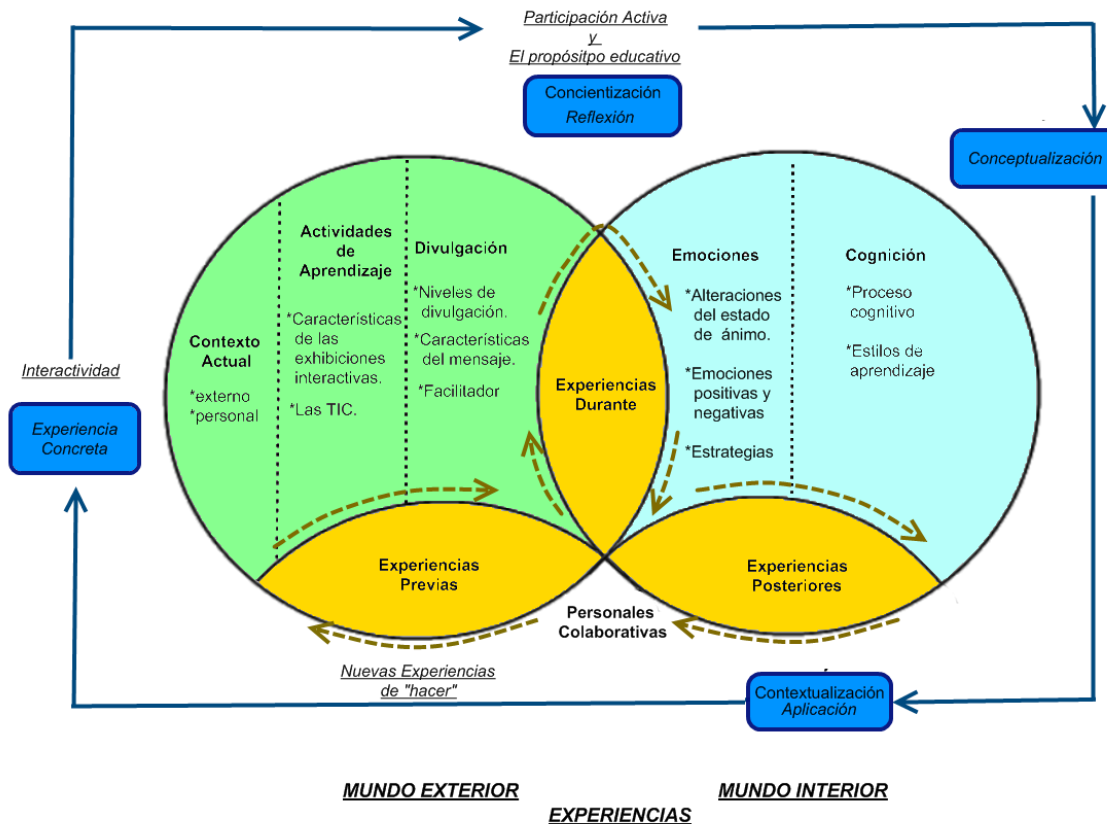


Figura 3.2: Modelo para el diseño de actividades de aprendizaje basado en el aprendizaje experiencial y las exhibiciones interactivas (CAEDI).

3.3.1 Primer grupo del modelo CAEDI: Mundo Exterior.

Al hablar del mundo exterior, coincidimos con el modelo de Beard (2010) en que este mundo exterior representaría el ¿Dónde?, el ¿Qué?, pero además se ha considerado el ¿Cómo? (comprendida en su modelo como dimensión del segundo grupo "sentidos"), pero cada una de estas cuestiones se relacionan con aspectos referentes a las exhibiciones interactivas y la divulgación de las ciencias.

A continuación se expone como se ha llegado a esta relación y los aspectos que contempla cada dimensión de este primer grupo:

3.3.1.1 La primera dimensión "El contexto Actual"

Esta dimensión comprende la primera dimensión propuesta por Beard (2010) "el entorno de aprendizaje". Representa el ¿Dónde?, es decir, ¿el Cuándo, Con quién y en Qué circunstancias contextuales el aprendizaje tiene lugar?, se refiere al medio ambiente, lugar, espacio en el que tiene lugar el aprendizaje, proporcionado la ubicación, los estímulos externos y el ambiente para la experiencia. Se refiere al más amplio sentido de pertenecía, al contexto en el que se encuentra la persona, ya sea en lo político, social, cultural, entre otros.

A diferencia de Beard (2010) que ve al entorno de aprendizaje como un ¿Dónde?, que puede comprender cualquier entorno de aprendizaje (en el aula, parque, sótano, etc.), el modelo que se propone toma este ¿Dónde? pensando en sólo un entorno de aprendizaje "los MICT", y con base a ello se considera entonces aspectos que son externos al entorno de aprendizaje que se presenta en los MICT, pero que pueden influir en la percepción o experimentación de la experiencia de aprendizaje, y es así como el contexto actual llega a ser una dimensión a considerar al diseñar las actividades de aprendizaje.

Al definir el contexto para este modelo, hay que notar que el primer contexto que hay que tener en consideración es el mismo visitante, ya que durante el proceso de interacción entre este y la exhibición se busca interiorizar en el visitante tanto física como emocionalmente. Por lo tanto para lograr interiorizar en él, es necesario tomar en consideración aquellas características tanto físicas como emocionales que lo conforman, por ejemplo; el grado escolar o alguna discapacidad.

Pero por el otro lado está el contexto inmediatamente externo al visitante, ya que este también afecta e influencia lo que puede sentir, este contexto se relaciona con aspectos sociales, culturales, económicos y políticos que se le presentan en su entorno, por ejemplo; la tecnología.

La importancia de contemplar el contexto actual, se encuentra en la posibilidad que brinda de poder desarrollar actividades de aprendizaje, mediante las cuales sea posible generar determinantes que ayuden al visitante a adaptarse a ellas. Es decir, considerar aquellas características que conforman aspectos de su contexto actual, las

cuales ayuden a diseñar actividades de aprendizaje en las cuales los visitantes se sientan identificados, familiarizados o interesados. Este contexto podría hacer referencia a temas de actualidad como las redes sociales, temblores, contaminación, entre otros. Lo que seguiría sería decidir qué contextos se trabajarán y hacer propuestas con características diferentes para las diferentes actividades de aprendizaje. Para ello el equipo de diseño podría empezar planteándose lo siguiente:

¿Qué aspectos del visitante (personales y/o externos) serán considerados para el desarrollo de la actividad de aprendizaje, los cuales pudiesen influir en su percepción o experimentación de la experiencia de aprendizaje?

3.3.1.2 La segunda dimensión "Actividades de Aprendizaje"

Esta dimensión comprende tanto la segunda como tercera dimensión del modelo de Beard (2010), es el ¿Qué?, es decir, ¿Qué desearían hacer actualmente los alumnos?, comprende las posibles actividades de aprendizaje que podrían implicar la construcción, desconstrucción, experimentación o resolución a un problema. Y el ¿Cómo?, es decir, el ¿Cómo los alumnos reciben esta experiencia?, comprende los sentidos a través de los cuales los alumnos reciben las diversas formas de estímulo.

A diferencia del modelo de Beard (2010), estas actividades de aprendizaje ya están definidas para ser llevadas mediante el uso de determinados objetos, los cuales son las exhibiciones interactivas, y por ello resulta importante considerar las características que estas presentan. Dichas características determinan en gran medida ¿qué actividades de aprendizaje podrían llevarse a cabo?, además de considerarse la Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) empleadas, que también responden al ¿Cómo los visitantes reciben esta experiencia?, las cuales comprenden los dispositivos a través de los cuales los visitantes reciben las diversas formas de estímulo. Por ello se han considerado dos aspectos importantes a considerar en esta dimensión;

- a) Las características de las exhibiciones interactivas en los MICT.
- b) uso de TIC.

a) Características de las exhibiciones interactivas en los MICT.

Hornecker y Stifter (2006), realizaron estudios concernientes a la interacción de los visitantes con las exhibiciones y los correspondientes problemas de diseño, sobre lo que hace que una exhibición promueva la participación y el cómo se puede proporcionar una experiencia atractiva para los grupos. Leer y MacFarlane (2000), realizaron estudios en los cuales se evaluaba la experiencia del usuario en aspectos tales como el compromiso, la perdurabilidad y el retornamiento de este en la exhibición. Por otra parte, autores como Despina Michael et al. (2010), han llevado a cabo estudios comparativos de exhibiciones interactivas en museos, realizando una evaluación de la experiencia de los usuarios jóvenes en las exhibiciones.

El tema referente al diseño y la experiencia de uso que los visitantes han tenido al interactuar con dichas exhibiciones ha sido un tema de interés y estudio para diversos museólogos e investigadores, entre las principales conclusiones de dichos trabajos se encuentran las siguientes, las cuales se han considerado como características de las exhibiciones interactivas en los MICT que deben ser consideradas al diseñar las actividades de aprendizaje;

-Se deben de considerar los posibles problemas de usabilidad al interactuar con la exhibición. La baja utilización de una exhibición puede ser debida a problemas de usabilidad que no conciernen al valor total de la exhibición (Hornecker y Stifter , 2006).

-Los primeros 10 segundos necesitan proveer un incentivo para continuar (Hornecker y Stifter , 2006). En los primeros segundos el usuario decide si sigue o no, se recomienda dar una experiencia de éxito temprano.

-La exhibición debe permitir la participación tanto a corto como a largo plazo, y la experiencia del desafío y el éxito. El contenido o el atractivo de los temas y la instalación juegan un papel importante. Estas deben desafiar, incentivar, poner al visitante en una mentalidad de exploración, curiosidad por lo que va a encontrar, así como despertar ambiciones en el visitante para resolver la actividad que se le presenta (Hornecker y Stifter , 2006).

Lo anterior propone que la exhibición debe ser lo más flexible posible para proveer de múltiples caminos para llegar al aprendizaje y permitirle al visitante que realmente sea

él quien construya su conocimiento. Al mismo tiempo debe ser estructuralmente organizada y estimulante, debe invitar al visitante a que entre en contacto, a través de ella, con el fenómeno. Debe, en definitiva, apelar a la curiosidad del visitante, a su fascinación por el descubrimiento, a la motivación intrínseca que produce el ambiente lúdico que representa la exhibición.

Para lograrlo Gammon (1999), sugiere "capas" en las actividades. Es decir, la exhibición permita diferentes niveles de compromiso, permitiendo a los usuarios profundizar y explorar los aspectos de los cuales el usuario no toma nota. Ciolfi y Bannon (2002) recomiendan permitir una corta participación, proporcionando una experiencia de éxito temprano y cantidades simples de información, al tiempo que aumenta la complejidad de la información y/o la actividad con participación extendida.

-Se deben considerar el uso de técnicas mixtas que combinan dispositivos hápticos de entrada con aumento de cómputo (Adams y Hannaford, 1999). Es decir, exhibiciones que combinen dispositivos que impliquen el contacto físico entre la computadora y el usuario, por lo general mediante un dispositivo de entrada/salida, como una palanca de mano o guantes, que permiten transmitir los movimientos del cuerpo .

Estudios han demostrado que estas técnicas mixtas son eficaces en el tratamiento de diversos grupos de visitantes y el despertar el interés en temas que no se conocen (Hornecker y Stifter , 2006).

- El mostrar el contenido de la instalación a los demás usuarios ayuda a incitar la participación. En Austrian Technical Museum Vienna (TMW), se montó una exhibición la cual consistía en un estudio de televisión, en el cual el contenido era mostrado a varias personas al mismo tiempo, lo cual estimulaba una mayor participación entre los visitantes (Hornecker y Stifter ,2006).

Se propone que la exhibición propicie el diálogo entre sujetos, es decir, debe ser una excusa para hablar de ciencia, debe facilitar los caminos para que se le utilice, como la herramienta pedagógica que es, en la socialización del fenómeno que a través suyo se hace evidente.

-Se debe considerar el número de usuarios para las exhibiciones y en base a ello proveer el espacio físico adecuado (Hornecker y Stifter , 2006).

- Las exhibiciones, en general, debe estar pensadas para ser abordadas desde el tipo de inteligencia más oportuna para el fenómeno que se va a comunicar. De acuerdo con Mc Carthy (1987), no todos los conocimientos son fácilmente transmisibles por los mismos medios, ni todos los visitantes aprenden de la misma manera.

b) El uso de TIC

Si bien el desarrollo de exhibiciones y su diseño físico está muy orientado a la tecnología que se emplea, por ende las actividades que pudiesen desarrollarse en dicha exhibición, se encuentran delimitadas por el tipo de TIC empleada ó a emplear. Esta tecnología comprende los dispositivos a través de los cuales los visitantes reciben las diversas formas de estímulo pudiendo responder al ¿Cómo los visitantes reciben esta experiencia?.

Por ello el determinar la tecnología que se empleará para el desarrollo de dicha exhibición, nos permite adecuar o bien determinar el tipo de actividades que podrían desarrollarse en ella y el cómo los visitantes reciben la experiencia de aprendizaje.

Con el fin de determinar los tipos de TIC a emplear en la exhibición el equipo de diseño puede buscar una clasificación si se necesitara, dicha clasificación puede ser la propuesta por la ACM (*Association for Computing Machinery*) ó la IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*).

Una vez considerados para esta dimensión los aspectos referentes a las características de las exhibiciones interactivas en los MICT y las TIC, el equipo de diseño podrá plantearse las siguientes preguntas de las cuales determinará los aspectos a considerar en el diseño de las actividades de aprendizaje;

¿Qué actividad de aprendizaje podría llevarse a cabo considerando las características de las exhibiciones interactivas y el tipo de TIC a emplear para el diseño de dichas actividades de aprendizaje?

3.3.1.3 La tercera dimensión "La divulgación"

Esta dimensión considera aspectos relativos a la actividad de divulgación, por lo cual se han tomado los aspectos referentes a las características del mensaje, los niveles de divulgación y el facilitador.

El propósito de la divulgación es poner al alcance de todos los lectores, independientemente de su especialidad, los conocimientos generados en las diversas disciplinas, de modo que tales conocimientos sean presentados de forma amena, entendible e interesante. Para lograr dicho propósito en los MICT aspectos como el mensaje, los niveles de divulgación y el facilitador, son de importancia al momento de divulgar la ciencia. Por tanto han sido considerados en esta dimensión y se proponen aspectos generales que deben ser considerados al momento de realizar las actividades de divulgación en dichas exhibiciones.

a) Niveles de Divulgación

La actividad de divulgación utiliza diferentes medios de difusión y se dirige a determinados destinatarios. Pudiendo distinguir diferentes niveles de divulgación, entre los cuales se podrían considerar los siguientes:

Flesh (1960) en León (1999), ha establecido tres niveles de divulgación en función de la relación de proximidad entre el enunciado científico y el divulgativo, entendiendo por enunciado divulgativo, aquel que va dirigido al público en general, mientras que el enunciado científico va dirigido a la comunidad científica:

1. Comunicación de los resultados y aspectos útiles de la investigación para el receptor. Se centra en los resultados de la investigación y comunica únicamente aquellos aspectos que pueden resultar útiles para el receptor.
2. Comunicación del significado del descubrimiento y el procedimiento seguido durante la investigación.
3. Explicación científica del hecho presentado y que va dirigido principalmente a la comunidad científica.

Por otra parte, Hernando (1977) establece niveles de divulgación en función del canal de divulgación que nos lleva a hablar de uno u otro nivel. En función de este criterio podemos hablar de dos niveles:

1. Nivel de comunicación rápida (radio y televisión): se caracteriza por su falta de profundidad en los temas tratados, suele carecer del rigor necesario y sólo pretende atraer la atención del espectador.

2. Nivel de divulgación mediata (revistas especializadas, conferencias, secciones especializadas de la prensa, etc.), presenta una mayor profundidad en los temas.

Por último, Fernández y Ramírez (1994) establecen tres niveles de divulgación con respecto al receptor de dicha información:

1. Nivel de divulgación científica simple (medios de periodicidad diaria: prensa, radio y televisión), que sería aquel que establece la comunicación entre los científicos y el público en general.

2. Nivel de divulgación intermedia (programas y publicaciones especializadas de periodicidad semanal), a través del cual se relaciona especialistas de una rama científica con determinado segmento de la población la cultura de masas.

3. Nivel de divulgación especializada (monografías y revistas especializadas), con el que se establecen relaciones entre la elite científica y la elite cultural.

Para fines de este trabajo y de acuerdo con la clasificación propuesta por Fernández y Ramírez (1994), se entiende por científicos a todas aquellas personas especializadas más no expertas en el área de interés a divulgar, mientras que la elite científica son aquellas personas expertas en el área de interés a divulgar, por otra parte el público en general son las personas no especializadas en el área al que va dirigido el tema a divulgar, y la cultura en masas son aquellas personas especializadas más no expertas en el área a divulgar.

De acuerdo con estos tres autores, es posible determinar el nivel de divulgación ya sea con base al mensaje, el canal de comunicación y/o el receptor, lo siguiente será determinar qué nivel o niveles de divulgación serán tomados en consideración al diseñar las actividades de aprendizaje, para ello el equipo de diseño deberá plantearse preguntas tales como:

Con respecto a los tipos de niveles de divulgación planteados anteriormente ¿Cuál es el nivel o los niveles de divulgación buscados en dichas exhibiciones interactivas?

La Tabla 3.1, nos presenta los tres tipos de niveles de divulgación. Cada columna representa los tipos de niveles que se pueden considerar en la exhibición con respecto a la divulgación, se pueden realizar diferentes combinaciones en base a cada uno de los niveles, ya sea considerando un aspecto de cada nivel, o bien sólo algunos aspectos de cada nivel.

Tabla 3.1: Niveles de Divulgación con base al mensaje, el canal de comunicación y el receptor.

Niveles de Divulgación		
Mensaje	Canal de Comunicación	Receptor
1.Comunicación de los resultados y aspectos útiles de la investigación	1. Nivel de Divulgación rápida	1.Nivel de Divulgación científica simple
2.Comunicación del significado del descubrimiento y el procedimiento	2. Nivel de divulgación mediata	2.Nivel de Divulgación científica intermedia
3.Explicación científica del hecho presentado y que va dirigido principalmente a la comunidad científica.		3.Nivel de Divulgación científica especializada

b) Características del mensaje

Los MICT son instituciones productoras y reproductoras de cultura científica, son espacios de encuentro que propicia conocer y comunicar el conocimiento científico producto de la historia del hombre, que como manipulación de la realidad ha sido abstraída y objetivada.

Esto sugiere que los diseñadores de los MICT han buscado expresar el conocimiento científico. Empleando a las exhibiciones como el vehículo que permite

comunicar el conocimiento científico, poniendo al visitante en contacto directo con los fenómenos de la naturaleza.

Dichas exhibiciones se sirven del lenguaje en todas sus formas de expresión (oral o escrito), este es claro, ameno y preciso, y está al alcance de todos. Dicho lenguaje es usado para la transmisión de mensajes mediante los cuales se busca transmitir información, buscando llegar al mayor número de personas.

Por lo tanto para que las exhibiciones puedan servir como vehículo mediante el cual se va a transmitir el mensaje científico, un aspecto a considerar para establecer una buena comunicación es "el mensaje a transmitir".

De los trabajos realizados por Hornecker y Stifter (2006), Piaget y Garcia (1971), Grammon (1999), entre otros, es posible proponer las siguientes características a tomar en cuenta referente al mensaje a transmitir en dichas exhibiciones interactivas:

- a) El mensaje debe ser claro, conciso y entendible para el público objetivo y debe de emplearse un lenguaje familiar para el visitante.
- b) El mensaje debe aludir a los prejuicios o preconceptos que el visitante pueda tener sobre el fenómeno que se va a transmitir. Para esto, los MICT deben sondear sobre el imaginario que la gente tiene sobre ese fenómeno en particular y a partir de éste plantear el cuestionamiento que lo lleve a cuestionarse sobre dicho imaginativo.
- c) A través de la pregunta se debe generar en el visitante insatisfacción sobre sus prejuicios; así, se desconcierta y desequilibra la estructura previa de conocimiento y se abre paso a la reflexión sobre dicho conocimiento previo.
- d) Para que se produzca la reflexión, es necesario que el mensaje muestre claramente los beneficios de la nueva teoría que plantea sobre los preconceptos del visitante.
- e) La nueva concepción debe mostrar su aplicabilidad en contextos específicos, lo que facilitará la transferencia de ese nuevo conocimiento a situaciones semejantes.
- g) Teniendo en cuenta la tendencia que tiene el pensamiento humano de generalizar primero para luego particularizar, los contenidos debe ir de lo general a lo específico; con el fin de acoplarse a la estructura cognitiva del visitante.

c) Facilitador

El hombre es un ser comunicativo por naturaleza y, a menudo, aprende la realidad a través de otros; muchas veces aprende mejor indirectamente y necesita que alguien le explique ese algo, ya sea mediante una adecuada instrucción o guía. Dicha instrucción en los MICT puede darse por parte de un facilitador, que funcionara como un guía o conductor del aprendizaje, este puede ser un guía (personas encargadas de explicar las exhibiciones en los MICT), un maestro (que acompañe a un grupo de estudiantes en un recorrido por el MICT) o puede estar mediado por TIC (una grabación en un dispositivo móvil).

El facilitador debe tener en cuenta las características antes mencionados para el mensaje, ayudando a ampliar el carácter divulgativo del tema científico, pudiendo en algunos casos contra preguntar luego de que el visitante a planteado su teoría sobre el fenómeno, permitiendo ir más allá de los límites que les impone la exhibición, ampliando la información haciéndola más digerible y clara para el visitante, y generando en éste una reflexión más compleja y eficiente, permitiéndole acceder a un conocimiento más completo.

La dimensión de la divulgación, propone al equipo de diseño determine el nivel de divulgación que se desea alcanzar, el cual le permitirá establecer qué desea comunicar, cuál es el grado de profundidad del mensaje y/o a quién se desea comunicar el mensaje, para lo cual dicho mensaje deberá contemplar características que lleven a la exhibición a servir como un vehículo mediante el cual se va a transmitir el mensaje científico y la cual debe considerar el apoyo de un facilitador.

3.3.2 Segundo grupo del modelo CAEDI: El Mundo Interior

Al hablar del mundo interior, coincidimos con el modelo propuesto por Beard (2010), en que este mundo interior es donde la experiencia se procesa al recibir e interpretar, mediante los sentidos, los estímulos externos del mundo exterior.

A diferencia del modelo de Beard (2010) que analiza el razonamiento y el cambio producido por la experiencia de aprendizaje, desde un punto de vista que contempla el alcance del conocimiento con relación al desarrollo de ideas, del pensamiento crítico y

conceptual, de la comprensión y la conciencia. El modelo propuesto analiza en la dimensión de "la cognición" aspectos relacionados con el alcance del conocimiento, pero visto desde una perspectiva que comprende el cómo se genera dicho conocimiento centrándose en la actividad de aprendizaje y el que no todos los visitantes aprenden de la misma manera, proponiendo se tomen a consideración diferentes estilos de aprendizaje. Esta dimensión ha sido comprendida de esta forma debido a que Beard (2010) maneja un modelo el cual va orientado a actividades de aprendizaje, las cuales debido a sus variadas posibilidades de aplicación permiten alcanzar diferentes niveles de conocimiento, sin embargo en nuestro modelo hablamos de actividades de aprendizaje aplicables a las exhibiciones interactivas para la divulgación de las ciencias, las cuales por su naturaleza sólo permiten llegar a un nivel de conocimiento divulgativo, mediante el cual no es posible medir el aprendizaje.

Por otra parte se presenta la dimensión de las emociones, la cual coincide con Beard (2010) en que es el corazón de dicha experiencia de aprendizaje, mediante las cuales se logra interiorizar en el visitante, buscando un cambio positivo hacia la ciencia en este caso de la computación.

A continuación se presentan los aspectos que conforman dichas dimensiones:

3.3.2.1 La primera dimensión "las emociones"

Puntos de vista sobre la importancia de las emociones varían considerablemente, sin embargo varios autores han reconocido la importancia de esta en el aprendizaje. Herón (2001), quien desarrollo un modelo integrador que une lo emocional, interpersonal y político con el aprendizaje. Significativamente comentó que "Hoy en día tenemos personas que están aprendiendo a pensar, sentir y hacer- a tener todo lo que influye en la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades. Jarvis (2004) reconoció que las emociones eran más importantes de lo que él había imaginado en sus trabajos anteriores. Del mismo modo, Illeris (2002), publicó las tres dimensiones del aprendizaje y añadió el papel de la emoción sobre el aprendizaje, indicó que el aprendizaje implica tres dimensiones básicas importantes: la cognición, la emoción y la sociedad. Illeris (2002), señaló que: "Para que el aprendizaje se caracterice por la formación de la experiencia, el alumno debe estar activamente presente y ser consciente de sí mismo en su integración con los agentes sociales y/o material del medio ambiente".

Dichas teorías aluden a ver al aprendizaje no sólo como un proceso meramente cognitivo, si no también emocional, donde las emociones juegan un papel importante en el cómo el alumno percibe y procesa la información.

El modelo propuesto coincide con el de Beard (2010), en contemplar las emociones como una dimensión importante en el aprendizaje, y haciendo de estas el corazón de dicho modelo. Su importancia radica en que son estas emociones las que despiertan en el visitante ese interés o curiosidad por determinado tema y son la forma en que este las percibe e interpreta lo que generaría un impacto positivo, que es el objetivo de esta tesis.

De acuerdo con el diccionario de la real academia española la emoción es "una alteración de ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática". La situación emocional a la que lleva esa conmoción somática, una vez que se ha vivido, es la que produce cambios en la actitud por parte de la persona que la ha vivido.

Dicha definición implica dos tipos de emoción, agradable o penosa. Partiendo de esta diferencia, podemos distinguir dos emociones totalmente distintas, que para fines de este trabajo definiremos de la siguiente manera:

Las alteraciones de ánimo positivas o agradables: se relacionan con aquellas emociones positivas que de acuerdo con James Averill (1980 en Avia y Vázquez, 1998) son aquellas que cumplen alguna de las condiciones siguientes:

- El sentimiento provocado por la emoción se percibe como agradable.
- El objeto de la emoción se percibe como bueno.
- La conducta que se realiza mientras se experimenta esa emoción se evalúa de forma favorable y las consecuencias de la emoción son beneficiosas.

Por otra parte las alteraciones de ánimo negativas o penosas: Son aquellas que no cumplen con todas las condiciones contempladas por James Averill (1980 en Avia y Vázquez, 1998) para las emociones positivas.

Existen diferentes trabajos en los cuales se propone clasificar a las emociones en función de diversos aspectos emocionales, no existiendo aún un listado concreto de las emociones donde estos autores se pongan de acuerdo.

La tabla 3.2, muestra un listado de emociones propuestas por dichos autores en función de diversos aspectos emocionales, del cual el equipo de diseño podría determinar cuáles de ellas son consideradas como positivas o deseables en relación al impacto o efecto de la emoción, es decir, al efecto que se busca provocar en el visitante.

Tabla 3.2: Listado de emociones de acuerdo con diversos aspectos emocionales.

Listado de Emociones		
Emociones	De acuerdo con:	En función de:
Asombro, euforia, ternura, ira, miedo, repugnancia, sometimiento.	McDougall (1926)	Lo relaciona con los instintos
tristeza, desilusión, pena, angustia	V.J. Wukmir (1967)	En función del análisis de la situación.
Amor, deseo, esperanza, valor, aversión, desaliento, desesperación, ira, miedo, tristeza.	Arnold (1960)	Tiene en cuenta la forma en que afrontamos algo.
Interés, júbilo, sorpresa, ansiedad, desprecio, ira, miedo, repugnancia, vergüenza.	Tompkins (1984)	Incorpora el concepto de descarga nerviosa
felicidad/alegría, estar orgullosos, amor/afecto, alivio, esperanza, compasión y emociones estáticas, Ira, ansiedad, vergüenza, tristeza, envidia, disgusto.	Lazarus (1991)	En función de la cognición (lo que pensemos sobre la situación)

En las exhibiciones interactivas, estas emociones son percibidas mediante los sentidos que pueden ser estimulados de diversas formas, los cuales al asociarse a un marco de experiencias vivenciales generan una emoción.

En los MICT se pueden observar exhibiciones interactivas, en las que el visitante durante la interacción con la exhibición puede presentar emociones tales como aburrimiento, satisfacción, insatisfacción, felicidad, sorpresa o disgusto, en respuesta a estas emociones el visitante puede seguir o no interactuando con la exhibición e interesarse o no en el tema expuesto.

El visitante por ende se encuentra constantemente a la expectativa de qué va a pasar, qué sucede, estando a la espera de lo que pasará durante su interacción, resultando importante proveerle durante esta de uno o varios estímulos, mediante los cuales se generen emociones positivas que lo atrapen y lo incite a continuar con la actividad, logrando con ello su interés en lo que se busca ilustrar.

Por lo tanto hablamos de generar en el visitante una alteración en su estado de ánimo durante su interacción con la exhibición, es decir generarle emociones, considerando para ello el diseño de la exhibición y el tema a divulgar, es decir, considerar qué se tiene en ese momento, puesto que en este punto se sabe qué se quiere divulgar, cómo se va a divulgar y cuáles son las actividades a realizar. Lo que le corresponde al equipo de diseño es plantear los detalles emotivos considerando dichos aspectos y determinando el momento de su aparición dentro de la exhibición.

Para lo cual podrían plantearse las siguientes preguntas:

¿Cuáles alteraciones de ánimo son deseables durante el uso de la interacción por parte del visitante con la exhibición?

¿Cómo se pueden lograr esas alteraciones de ánimo deseables?

Esta última pregunta comprende las estrategias para lograrlo, considerando el diseño de la exhibición y el tema a divulgación que se tiene en ese momento. Por ejemplo; si se tiene ya una exhibición que emplee multimedia y se desea una alteración de ánimo que comprenda la emoción de ternura se podrían utilizar imágenes de cachorros de grandes ojos en algún momento de la exhibición.

3.3.2.2 La segunda dimensión "la cognición"

Beard (2010), define una dimensión en la cual el aspecto cognitivo comprende el pensamiento, donde se considera ¿Cuál es la naturaleza del compromiso cognitivo?, es decir, el alcance del conocimiento con relación al desarrollo de ideas, del pensamiento crítico y conceptual, de la comprensión y la conciencia.

El modelo propuesto parte de esta idea para la dimensión de la cognición, pero es expuesta desde un punto de vista que comprende el cómo es dado este alcance de conocimiento (proceso cognitivo), considerando que no todas las personas aprenden de la

misma manera y por tanto proponiendo al equipo de diseño se tomen en consideración diferentes estilos de aprendizaje al diseñar las actividades de aprendizaje.

Con base a estos criterios la dimensión de la cognición comprende dos aspectos; a) el proceso cognitivo y b) los estilos de aprendizaje.

a) Proceso Cognitivo

Al referirnos a exhibiciones interactivas y a su aspecto cognitivo, nos referimos a ese proceso mental que responde a los estímulos del medio ambiente, y requiere de una participación activa con el fin de aprender, y cuyas acciones son una consecuencia del pensamiento.

Para fines del modelo propuesto, el proceso cognitivo es aquel que comprende los pasos, acciones y operaciones progresivas que tiene lugar cuando la gente recibe, percibe, recuerda, piensa y utiliza la información.

En los MICT este proceso cognitivo se da desde que empieza a interactuar el visitante con la exhibición, hasta cuando finaliza dicha interacción generando como resultado una nueva experiencia de aprendizaje. El proceso cognitivo antes mencionado puede ser explicado mediante el ciclo de aprendizaje de Kolb (1984), este modelo es una descripción sencilla del proceso de aprendizaje de los seres humanos y se basa en los trabajos realizados por Dewey(1938) y Piaget (1969) referentes al aprendizaje experiencial.

Ciclo de aprendizaje de Kolb (1984)

El ciclo de aprendizaje experiencial propuesto por Kolb (1984), comprende cuatro etapas; la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa (Ver Figura 3.3).

Cuatro etapas del ciclo de aprendizaje experiencial propuesto por Kolb (1984):

La primera etapa "La experiencia concreta": es cuando el alumno gana experiencias activas a través de una actividad como una sesión de prácticas o trabajos prácticos. Un proceso de aprendizaje comienza con una experiencia concreta, ya que mediante estas

se extrae información específica del medio de forma asociativa o memorística para luego, interpretarla a través de la asimilación en función de sus estructuras conceptuales disponibles (Piaget y Garcia, 1971).

La segunda etapa "La observación reflexiva": es cuando el alumno consciente reflexiona sobre esa experiencia. La reflexión puede ser asimilada a una teoría por el proceso de conceptualización abstracta .

La tercera etapa "la conceptualización abstracta": es cuando el alumno intenta conceptualizar una teoría o modelo de lo que se observa.

La cuarta etapa "Experimentación activa": es donde el estudiante está tratando de planificar la forma de probar un modelo, teoría o plan para una experiencia próxima. Nuevas hipótesis o reformulaciones se ponen a prueba en situaciones nuevas.

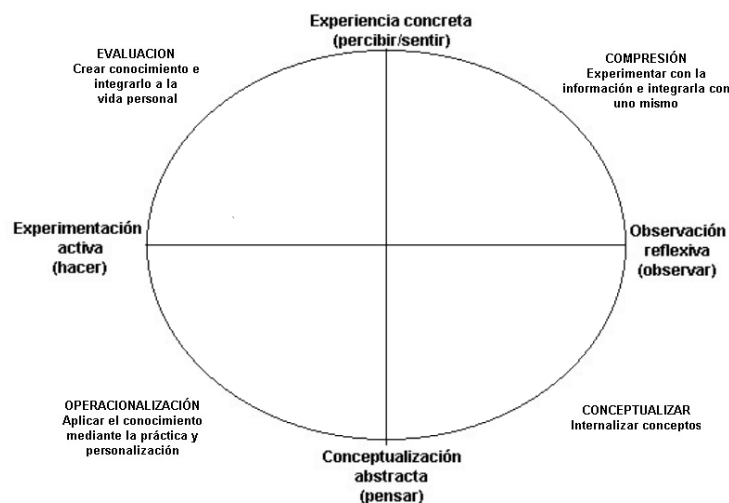


Figura 3.3: Ciclo de aprendizaje experiencial (Kolb, 1984)

Las cuatro etapas del ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984) representan cómo la experiencia puede ser traducido a través de la reflexión en los conceptos, que a su vez se utilizan como guía para la experimentación activa y la elección de nuevas experiencias. El modelo es un ciclo de aprendizaje interactivo en el que las pruebas de aprendizaje y la modificación de nuevas ideas y conceptos, son el resultado de la reflexión y la conceptualización.

b) Estilos de Aprendizaje

Keefe (1998, citado en Alonso, et. al, 1994) establece que los estilos de aprendizaje "son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo los sujetos perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje".

Sobre esto, autores tales como Kolb (1984), Gardner (1983), Jung (1923), entre otros se dieron a la tarea de investigar el por qué en una situación en la que dos personas comparten texto y contexto, una aprende y otra no. De sus conclusiones se encuentran que los estilos de aprendizaje de cada persona originan diferentes respuestas, así como diferentes comportamientos ante el aprendizaje.

Cada uno de estos autores propuso estilos de aprendizaje en base a diferentes aspectos tales como; el tipo de personalidad (Jung, 1923), la inteligencia humana (Gardner,1983) y el aprendizaje basado en experiencias (Kolb, 1984).

Esta clasificación de estilos de aprendizaje ha sido adoptada por diferentes pedagogos en el ámbito educativo, pero también se ha implementado estos estilos de aprendizaje en el ámbito de los MICT, tal es el caso del modelo propuesto por McCarthy (1987) basado en la propuesta hecha por Kolb (1984), pero con un mayor enfoque sobre el funcionamiento cerebral y sus hemisferios. El cual retoma elementos del modelo de Briggs y Myers(1920).

McCarthy (1987) caracterizo cuatro formas, que van desde lo abstracto hacia lo concreto, en las que los visitantes perciben y procesan información en la interacción con la exhibición. Según esto los aprendices se agrupan en las siguientes categorías (Ver Figura 3.4):

Imaginativos: Son aquellos que buscan responder a la pregunta del ¿porqué?. Ellos aprenden a través de la escucha y el asocio de ideas, basando sus evaluaciones en la experiencia directa. Muestran interés en las exhibiciones que tienen videos y entrevistas, así como por aquellas que son explicadas por guías o profesores.

Analíticos: Están 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. Este grupo de visitantes probablemente adora leer por completo la información de las etiquetas dedicándole un prolongado espacio de tiempo a cada exhibición.

De sentido Común: Se preguntan ¿cómo funcionan las cosas?. Disfrutan solucionando problemas e integrando la información a través de la experiencia práctica. Las exhibiciones ayudan a este tipo de aprendices a percibir y procesar la información de una manera más completa.

Dinámicos: Buscan responder la pregunta ¿qué pasaría si...?: Aprenden a través del ensayo y el error, y creen en sus propios descubrimientos. Son quienes probablemente van a través de la exhibición fuera de la secuencia programada y tratan de interactuar con sus componentes antes de leer las instrucciones.

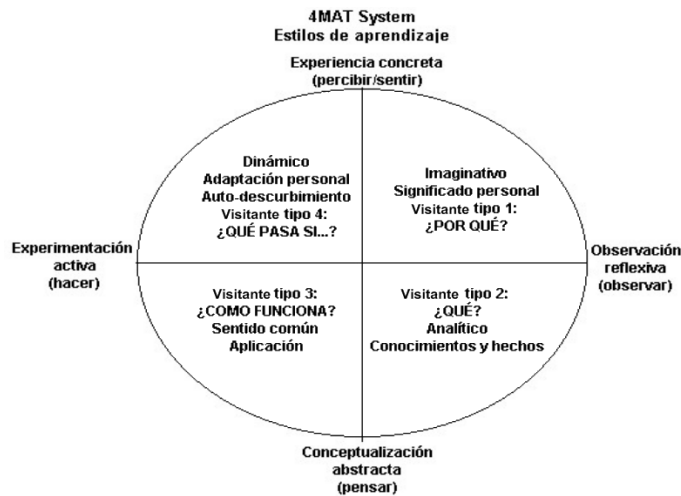


Figura 3.4: Modelo propuesto por McCarthy (1987) basado en la propuesta hecha por Kolb (1984).

Se coincide con McCarthy (1987), en que el diseño de las exhibiciones "deben proveer algo para todos los tipos de aprendices con el objetivo de aprovechar los diferentes ángulos del sujeto -interés humano, explicaciones y ejemplificaciones-, usando una gran variedad de técnicas interpretativas incluyendo así etiquetas ricas en información, oportunidades para solucionar problemas, elementos interactivos y explicaciones en vivo de docentes o guías. Sin embargo lo más importante en el diseño de las exhibiciones es tratar de reunir las necesidades de los cuatro estilos de

aprendizaje, haciendo posible para los visitantes encontrarle sentido a los hechos desarrollados en su interacción y en sus propios descubrimientos".

De aquí que en dicha dimensión se consideren los estilos de aprendizaje como una característica que el equipo debe considerar al desarrollar la actividades de aprendizaje para las exhibiciones interactivas en los MICT.

3.3.3 Tercer grupo del modelo CAEDI: Las Experiencias

De acuerdo con las dimensiones y los aspectos planteados en los dos grupos anteriores, se puede describir el ciclo de interacción que se da entre visitante y la exhibición durante una experiencia de aprendizaje.

En dicho ciclo se presentan las experiencias, las cuales se han dividido en previas, durante la interacción y posteriores a la actividad de aprendizaje. Dichas experiencias se caracterizan por presentarse durante este ciclo de interacción de la siguiente forma:

- Las experiencia previas. La conforman todas aquellas vivencias que las personas adquieren en su desarrollo personal, y de las cuales las personas van adquiriendo una conciencia cognitiva- afectiva (amistad, amor) y conciencia cognitiva-conductual (normas, leyes) con respecto a determinado tema. Correspondiendo a la etapa de experiencia concreta del ciclo de aprendizaje experiencial (Ver Figura 3.5).
- Las experiencias durante la interacción. En esta dimensión se interioriza la experiencia de aprendizaje. Corresponde a aquellas experiencias de aprendizaje que se dan cuando las personas buscan relacionar la respuesta con el entendimiento del mensaje de la exhibición y es producto de un proceso cognitivo de retroalimentación, generando procesos de reflexión (etapa de reflexión del ciclo de aprendizaje experiencial, figura 9), para los conceptos, principios y procedimientos que se pueden integrar con la vivencia para generar conocimiento.
- Las experiencias posteriores. Son aquellas que generan un cambio. Ocurren cuando las personas aplicaran y contextualizarán el tema de estudio, llevándolo a

su realidad mediante la aplicación. Correspondiendo a las etapas de conceptualización y aplicación del ciclo de aprendizaje experiencial.

La Figura 3.5 muestra como estas experiencias se van presentando conforme se desarrolla la actividad de aprendizaje. Dichas experiencias comienzan en el individuo, el cual en un entorno social específico interioriza sus vivencias en su desarrollo personal y en sus primeras interacciones con otros, creando con ello un conjunto de experiencias previas que se utilizarán en adelante irreflexivamente. En su contacto con los nuevos objetos de su realidad, que en este caso son las exhibiciones interactivas, los significa, los caracteriza a partir de sí mismos y de las diferencias con otros, y entonces asimila y acomoda ese nuevo conocimiento en su estructura de pensamiento. Es aquí en donde se van creando aquellas experiencias que han sido desarrolladas durante los procesos de concientización o reflexión del ciclo de aprendizaje experiencial, para posteriormente a su conceptualización durante el proceso de aplicación de dichos conocimientos generar una experiencia posterior a la actividad de aprendizaje.

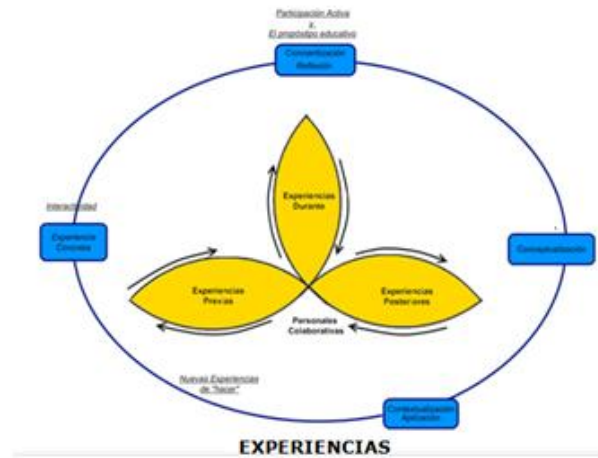


Figura 3.5: Experiencias presentes durante la actividad de aprendizaje.

Dichas experiencias comprenden tanto las experiencias personales como las colaborativas. Estas experiencias colaborativas llegan a darse cuando se propicia la comunicación del conocimiento ya sea previo, durante o después de la actividad con otro individuo.

Por otra parte las experiencias personales corresponden a la capacidad que tiene cada individuo de asimilar el mensaje del otro como mejor le parezca, de interpretarlo según su propia experiencia para hacerlo accesible a su manera de aprender.

Lo que se propone en esta dimensión es que el equipo de diseño considere a las experiencias como un medio por el cual se da el aprendizaje, pudiendo influir en cómo el visitante asimila y procesa la información. El conocimiento de dichas experiencias por parte del equipo de diseño le permite considerar aquellas actividades de aprendizaje que ayuden a generar este tipo de experiencias enfocadas a la realización de actividades de aprendizaje tanto personales como colaborativas.

En base a la información descargada en los artefactos por el equipo de diseño, el equipo de desarrollo identifica aquellos requerimientos, que de acuerdo con estos criterios de diseño, deben ser considerados para la elaboración de la exhibición interactiva. El ciclo de desarrollo de los prototipos para la elaboración de la exhibición, se realiza bajo la metodología *Extreme Programming*, tomando las partes más importantes y significativas de dicha metodología y adaptándolas a las características del proyecto.

Una vez identificados los requerimientos para la elaboración de la exhibición interactiva, el equipo de desarrollo genera las historias de usuario que cumplan con dichos requerimientos, así como sus respectivas tareas de desarrollo, y pruebas de aceptación, lo cual le permita durante la elaboración de la exhibición interactiva contemplar aquellos criterios de diseño expuestos en el modelo. Una vez llegado a la fase final del desarrollo, la exhibición interactiva estará lista para ser implantada (Ver Figura 4.2).

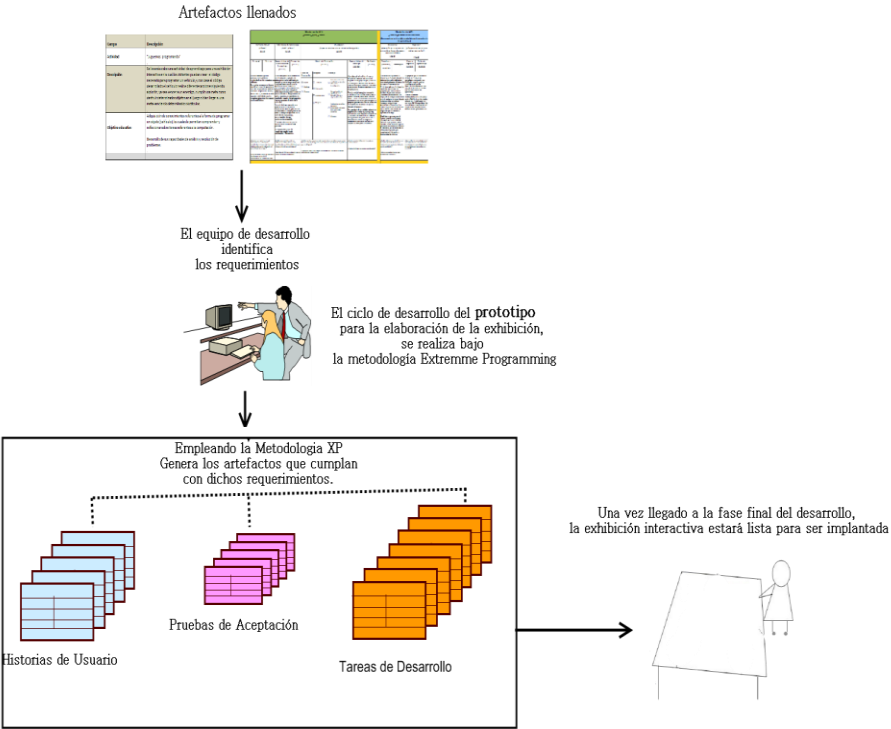


Figura 4.2: Elementos involucrados para la parte del desarrollo de la exhibición interactiva.

4.1 Descripción del los artefactos creados en base a los criterios de diseño contemplados en el modelo CAEDI.

El siguiente artefacto fue utilizado como base para empezar a plantearse aquellos aspectos tales como el posible nombre de la actividad, su descripción y objetivo educativo. Este artefacto tiene como finalidad ayudar al equipo de diseño con el planteamiento inicial de la actividad de aprendizaje, llevando a formular una descripción en términos generales de "en qué" consiste la actividad sin detallar conceptos del uso de la tecnología y estableciendo lo que se pretende el visitante adquirirá/desarrollará como aprendizaje al finalizar la actividad (Ver Anexo A)

Tabla 4.1: Guía para el llenado del formato "Descripción de la actividad". Muestra una referencia de uso del formato, proporcionando una descripción de los campos y sus posibles usos (Ver anexo A.1).

Descripción de la actividad

Campo	Descripción
Actividad	Se refiere al nombre que tentativamente se proporcionará a la actividad. Ejemplo."Juguemos programando"
Descripción	Se refiere a la descripción en términos generales de "en que" consiste la actividad sin detallar conceptos del uso de la tecnología. Ejemplo."Se llevará a cabo una actividad de aprendizaje para una exhibición interactiva en la cual los visitantes puedan crear el código necesario para programar un vehículo, y con base al código desarrollado el vehículo realice diferentes acciones siguiendo algún fin, ya sea vencer a un enemigo, cumplir una meta como destruir determinados objetos en el juego o bien llegar a una meta venciendo determinados obstáculos."
Objetivo educativo	Establece lo que se pretende el visitante adquirirá/desarrollará como aprendizaje al finalizar la actividad, así como la relación de lo aprendido con otros temas o áreas. Ejemplo. "Adquisición de conocimientos referentes a la forma de programar un objeto (vehículo), los cuales le permitan comprender y reflexionar sobre temas referentes a la computación." "Desarrollo de sus capacidades de análisis y resolución de problemas."

La Tabla 4.2, muestra el segundo artefacto elaborado, el cual fue basado en el "modelo para el diseño de actividades de aprendizaje basado en el aprendizaje experiencial y las exhibiciones interactivas". El artefacto comprende los tres mundos a los que hace referencia el modelo (mundo exterior, mundo interior y las experiencias de aprendizaje), cada uno de los cuales se divide en sus respectivas dimensiones, contemplando los criterios de diseño que deben ser tomados en consideración al diseñar las actividades de aprendizaje.

El mundo Exterior contempla tres secciones: el contexto actual, las actividades de aprendizaje y la divulgación. La dimensión del contexto actual se refiere a aquellos aspectos externos a los MICT que influyen en la experimentación o percepción de la experiencia de aprendizaje. En esta dimensión se deben considerar aquellos criterios de diseño referentes a aspectos relativos al visitante tanto físicos como emocionales, ya sea referente a su estado anímico, mental o físico, por ejemplo: el grado escolar o alguna discapacidad. Así como el contexto inmediatamente externo al visitante, referente a aspectos sociales, políticos, culturales o económicos, por ejemplo: la tecnología.

La dimensión de las actividades de aprendizaje considera como criterios de diseño las posibles características de las exhibiciones interactivas y el uso de TIC empleados o a emplear para el diseño de la actividad de aprendizaje, ayudando a determinar qué y cómo podrían llevarse a cabo las actividades de aprendizaje en dicha exhibición interactiva.

La última sección del mundo exterior, se refiere a la dimensión de la divulgación la cual considera aspectos relativos a la actividad de divulgación, por lo tanto ha sido dividida en tres secciones cada una de las cuales se refiere a los criterios de diseño que deben ser considerados en aspectos tales como las características del mensaje, los niveles de divulgación y el facilitador.

En primera sección "niveles de divulgación", se debe determinar qué nivel o niveles de divulgación serán tomados en consideración para diseñar las actividades de aprendizaje, ya sea en base al canal de divulgación, el receptor o el mensaje. En segunda sección "características del mensaje", se debe describir el mensaje a transmitir, por tanto se describirá la información que se desea transmitir mediante el mensaje y las características que han sido tomadas en consideración para la transmisión del mensaje. En la tercera sección "Facilitador", se debe describir el posible uso y descripción del facilitador.

El mundo interior contempla dos dimensiones: las emociones y la cognición. La dimensión de las emociones se refiere aquellos aspectos mediante los cuales se logra interiorizar en el visitante. En esta dimensión se deben considerar aquellos criterios de diseño que permitan generar las estrategias necesarias para lograr aquellas emociones deseadas durante la interacción del visitante con la exhibición, las cuales despierten en el visitante un interés o curiosidad por determinado tema.

La dimensión de la cognición se refiere aquellos aspectos relacionados con el alcance del conocimiento, pero visto desde una perspectiva que comprende el cómo se genera dicho conocimiento centrándose en la actividad de aprendizaje y el que no todos los visitantes aprenden de la misma manera. En esta dimensión se consideran los criterios de diseño referentes a los estilos de aprendizaje propuestos por McCarthy (1987), que serán considerados en el desarrollo de la actividad de aprendizaje para la exhibición interactiva, así como las estrategias a utilizar.

El mundo de las experiencias de aprendizaje el cual comprende las experiencias previas, durante la interacción y posteriores a la actividad de aprendizaje, han sido representadas gráficamente en color amarillo (Ver Tabla 4.2). En esta dimensión los criterios de diseño comprenden el conocimiento de dichas experiencias por parte del equipo de diseño, permitiendo al equipo de diseño considerar aquellas actividades de aprendizaje que ayuden a generar este tipo de experiencias enfocadas a la realización de actividades de aprendizaje tanto personales como colaborativas.

El artefacto incluye una serie de cuestionamientos, cuya formulación sirva como guía para el equipo de diseño en el proceso de llenado del artefacto, permitiendo a los futuros desarrolladores encontrar aquellos requerimientos que, de acuerdo con estos criterios de diseño, permitan elaborar exhibiciones interactivas para la divulgación de las ciencias.

4.2 Desarrollo de exhibiciones interactivas empleando un modelo basado en el aprendizaje experiencial y las exhibiciones interactivas

La programación Extrema (XP) es posiblemente el método ágil de desarrollo de software más conocido y ampliamente utilizado. El nombre fue acuñado por Beck (1999) debido a que el enfoque fue desarrollado utilizando buenas prácticas reconocidas, como el desarrollo iterativo, y con la participación del cliente en niveles extremos. (Rivera, 2005).

De acuerdo con Beck (1999), XP es una metodología de desarrollo de software que busca una retroalimentación rápida y continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, asume la simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios, se basa en una serie de valores y una docena de prácticas que propician un aumento en la productividad a la hora de generar software, permitiendo controlar los problemas de riesgo en los proyectos y teniendo la capacidad de hacer pruebas. Debido a su tendencia de entregar software en lapsos cada vez menores de tiempo y con exigencias de costos reducidos y altos estándares de calidad, XP es considerada una metodología extrema.

De acuerdo con Letelier et al.(2003), la metodología de *Extreme programming* consta de distintas fases que conforman su ciclo de vida, mismas que se detallan a continuación:

Fase I: Exploración

En esta fase, los clientes plantean las historias de usuario, que son especificaciones de funcionalidades deseadas del sistema (podrían ser comparables a descripciones de casos de uso), las cuales son descritas en un lenguaje común.

A nivel documental, una historia de usuario será como una ficha, a la que se le asigna una numeración (sería como el ID de la ficha), un nombre, un autor, un número de versión (una historia de usuario puede retocarse todas las veces que sean necesarias), una prioridad, un nivel de riesgo, una estimación de tiempo de desarrollo, el número de iteración que se le asigna, una descripción y unas observaciones. Cada historia de usuario debe ser programada idealmente entre una y tres semanas.

Fase II: Planificación:

Sobre dichas historias de usuario el cliente establece la prioridad, esfuerzo o tiempo requerido, para lo cual los programadores realizan una estimación del tiempo necesario para implementar cada historia de usuario. En algunos casos será necesario complementarlas con spikes, que pueden ser desde simples bosquejos a mano alzada del diseño o estructura del proyecto, prototipos estáticos, prototipos dinámicos, entre otros.

Una vez determinada dicha estimación de tiempo, el siguiente producto a obtener es el plan o cronograma de entregas (*Release Plan*), en el que participan todos los actores del proyecto. En él se definen las historias de usuario que se implementan en cada iteración.

Fase III. Iteraciones

Esta fase incluye varias iteraciones sobre el sistema antes de ser entregado. El plan de entrega está compuesto por iteraciones, las cuales son etapas en la cuales se asignan un conjunto de historias de usuario de acuerdo a su prioridad. Todo el trabajo de la iteración es expresado en tareas de desarrollo que a nivel documental, vendrían a ser como una ficha donde se especifica en lenguaje técnico los requisitos o la funcionalidad que el sistema debe proveer.

En esta fase, para cada historia de usuario se definen pruebas de aceptación que deben ser realizadas (como mínimo) al final de cada iteración. Dichas pruebas de aceptación permiten confirmar que la historia ha sido implementada correctamente.

Con las tareas de desarrollo y las pruebas de aceptación elaboradas, se inicia con el diseño, el cual debe ser simple y apegado a las fichas de las tareas de desarrollo, con el propósito de seguir con la programación y la realización de las pruebas de aceptación propias de cada iteración. Para este proyecto se han definido como pruebas de aceptación todas aquellas acciones necesarias para cumplir con las historias de usuario. Si alguna de estas acciones no se cumple, entonces se tiene que volver al diseño y la programación para lograr satisfactoriamente las pruebas de aceptación.

Fase IV. Producción:

Esta fase comprende las pruebas adicionales y de rendimiento antes de la puesta en producción efectiva de la versión de la aplicación con la que se ha estado trabajando.

Fase V. Mantenimiento:

En esta fase el equipo de proyecto debe realizar, si fuera necesario, un mantenimiento correctivo del proyecto mientras puede llevar a cabo nuevas iteraciones.

Fase VI. Muerte del proyecto:

No existen más historias de usuario que incluir en el sistema, el cual además debe ser estable en aspectos no funcionales.

Para este proyecto las fases de producción y mantenimiento comprenderán las pruebas y correcciones finales realizadas en la versión final, que se derivasen de los requerimientos ya sean físicos o funcionales del dispositivo táctil a usar (mesa multi-touch) y/o del lugar en que se empleará (Museo Sol del Niño).

La fase de muerte del proyecto ocurrirá cuando se obtenga una versión final que cumpla con los requerimientos establecidos en las fases anteriores y sea considerada una versión funcional (Ver Figura 4.3).

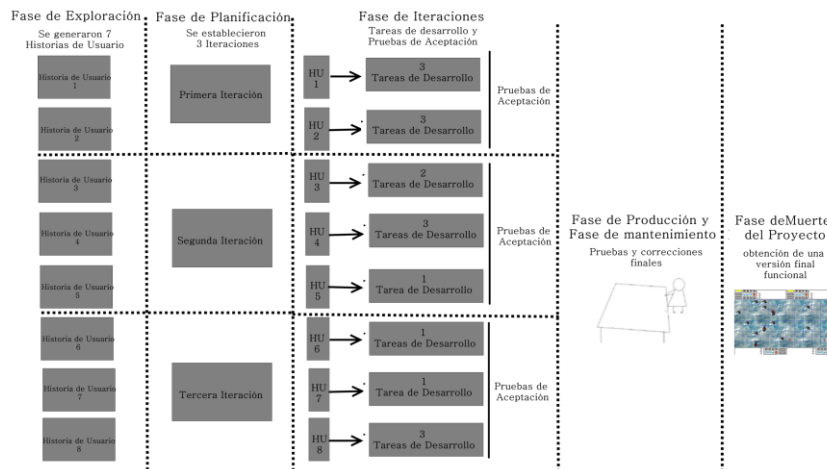


Figura 4.3: Metodología *Extreme Programming*. Se muestran los artefactos generados en cada una de las fases de dicha metodología para el desarrollo de la exhibición interactiva.

4.2.1 Descripción general de la exhibición

Buscando fomentar el interés hacia el estudio de una carrera universitaria en Ciencia de la Computación, se ha pensado en crear una exhibición interactiva dirigida a jóvenes adolescentes de secundaria y preparatoria, la cual presente herramientas sencillas que les permitan realizar de forma amena pequeñas programaciones, en este caso de secuencias de acciones a desarrollar por un personaje, pudiendo divulgar conceptos lógicos de los que se puede llegar a hacer con la programación.

A partir de esta observación, se considero el diseño de una exhibición interactiva cuyo tema a divulgar dentro de la ciencia de la computación sea la programación, donde se busque presentar de forma amena y divertida lo que se puede hacer con ella. Esto podría llevarse a cabo mediante una actividad en la cual el visitante tenga que programar algún personaje que capte su atención al presentársele de forma llamativa. Dichos personajes pueden hacer alusión a una persona, animal o cosa, pero debe tomarse en consideración un diseño distintivo para cada personaje, permitiéndole al visitante identificarlo de entre otros durante el desarrollo de la actividad.

Además, se debe plantear una meta a cumplir la cual puede lograrse de manera individual o grupal aprovechando las mesas multi-touch, donde los visitantes puedan compartir un objetivo común. La meta podría ser cumplida mediante el uso de los personajes, por tanto se necesitará de la creación de un tablero que sirva como la base del entorno de interacción, donde el personaje del visitante interactúe con otros visitantes y con los diferentes elementos de la actividad para el cumplimiento de la meta.

La finalidad de divulgación en dicha exhibición será buscar que el visitante al interactuar con la exhibición, se interese por la programación de software empleando el paradigma de programación simplificada ilustrada en entornos de programación para niños como el Scratch del instituto tecnológico de Massachusetts , pudiendo surgir en él una inquietud en las carreras referentes a la computación.

4.2.2 Fase de Exploración

A continuación se presenta la metodología *Extreme Programming* modificada empleada para el desarrollo de la exhibición interactiva. Se han tomado las partes más importantes y significativas de dicha metodología las cuales han sido adaptadas a las características del proyecto.

En esta sección se presentan las historias de usuario que se desarrollaron para la elaboración de la exhibición interactiva con base al comportamiento y características que la exhibición debe tener referente a lo propuesto en el modelo CAEDI. En las tablas 4.3 a 4.10 se especifican estas historias de usuario.

Tabla 4.3: Historia de Usuario: Creación y estructura de la aplicación.

Historia de Usuario	
Numero: 1	Usuario: Visitantes del Museo Sol del Niño (con grado de escolaridad de secundaria en adelante)
Nombre de la Historia: Creación y estructura de la aplicación.	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta/Media/Baja)	Riesgo en desarrollo: Alta (Alta/Media/Baja)
Puntos estimados: 2	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: En esta historia se crearán: las clases generales que regirán la lógica interna de la exhibición y que serán utilizadas por la mayoría de las clases contenidas en el código, y que incluyen la clase principal de la exhibición, la clase que controla la lectura del mouse, y las clases graficas encargadas de desplegar imágenes en pantalla y contienen funciones de pintado; También se diseñará y desarrollará la Interfaz con la cual el visitante podrá interactuar, esto incluye botones, cuadros de textos, y elementos de arrastre que representan las funciones que los personajes podrán realizar (giros, avance y lanzamiento); Además el diseño y desarrollo de 4 personajes con características particulares y con diseño distintivo propio, los cuales serán los que realicen los comandos dados por el visitante.	
Observaciones:	

Las características particulares se refieren a propiedades como velocidad y alcance ya sea de avance o/y de lanzamiento.

Un diseño distintivo para un personaje hace referencia a características particulares del personaje como ropa, expresiones faciales o físicas, colores, entre otros.

Tabla 4.4: Historia de Usuario 2: Despliegue y Estructura de mensajes en pantalla

Historia de Usuario	
Numero: 2	Usuario: Visitantes del Museo Sol del Niño (con grado de escolaridad de secundaria en adelante)
Nombre de la Historia: Despliegue y Estructura de mensajes en pantalla	
Prioridad en Negocio: Media (Alta/Media/Baja)	Riesgo en desarrollo: Alta (Alta/Media/Baja)
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Una vez determinados los movimientos básicos del personaje elegido, se mostrará en pantalla los mensajes correspondientes a estos, en un lenguaje ameno para el visitante y que aluda a temas de programación. Los movimientos permitidos serán avance en una de las cuatro direcciones cardinales en una malla de posiciones sobrepuesta al fondo del escenario. (sin permitir el avance en diagonal). Se contará con dos comandos especiales asociados al movimiento que son el detenerse y el realizar un “lanzamiento” a un objeto del escenario (obstáculo u objeto a obtener). El visitante debe establecer a priori las acciones y movimientos del personaje para posteriormente ejecutar estas instrucciones hasta lograr el objetivo de la exhibición.	
Observaciones: El tema de programación será relacionado a conceptos como la jerarquía de objetos, uso de atributos, instancias, o bien aquellos conceptos de programación que puedan ser relacionados con la información mostrada en pantalla, en relación con las acciones que llevó a cabo el visitante al determinar los movimientos básicos de los personajes.	

Tabla 4.5: Historia de Usuario 3: Recolección de peces en un determinado tiempo

Historia de Usuario	
Numero: 3	Usuario: Visitantes del Museo Sol del Niño (con grado de escolaridad de secundaria en adelante)
Nombre de la Historia: Recolección de peces en un determinado tiempo	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta/Media/Baja)	Riesgo en desarrollo: Alta (Alta/Media/Baja)
Puntos estimados: 2	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: María Inés Legglew Cruz	
<p>Descripción: Se propone que el visitante atrape 3 peces en un periodo de tiempo no mayor a 2 minutos, para lo cual dichos peces se encontraran distribuidos en diferentes puntos del escenario.</p> <p>Se le deberá mostrar al visitante el número de peces que ha atrapado durante ese periodo de tiempo, así como el tiempo restante.</p>	
<p>Observaciones: El escenario comprende el área de interacción en el que se mueve el personaje.</p> <p>El tiempo restante indicará el fin de los 2 minutos transcurridos durante su participación.</p>	

Tabla 4.6: Historia de Usuario 4: Colisiones a lanzamientos y creación / destrucción de obstáculos

Historia de Usuario	
Numero: 4	Usuario: Visitantes del Museo Sol del Niño (con grado de escolaridad de secundaria en adelante)
Nombre de la Historia: Colisiones a lanzamientos y creación / destrucción de obstáculos	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta/Media/Baja)	Riesgo en desarrollo: Alta (Alta/Media/Baja)

Puntos estimados: 1 ⅓	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Durante la ejecución de la exhibición, se le presentaran al visitante obstáculos distribuidos en diferentes puntos del escenario, los cuales no le permitirán avanzar al menos que sean destruidos, para lo cual el visitante deberá hacer 2 lanzamientos hacia dicho obstáculo, para posteriormente poder avanzar. Se agregara la detección de colisiones a los lanzamientos para poder determinar cuando estos hayan tocado a algún elemento dentro del escenario.	
Observaciones: Los lanzamientos hacen referencia a una acción por parte del personaje la cual consistirá en lanzar un determinado objeto.	

Tabla 4.7: Historia de Usuario 5: Disminuir la cantidad de peces de otro jugador.

Historia de Usuario	
Numero: 5	Usuario: Visitantes del Museo Sol del Niño (con grado de escolaridad de secundaria en adelante)
Nombre de la Historia: Disminuir la cantidad de peces de otro jugador	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta/Media/Baja)	Riesgo en desarrollo: Alta (Alta/Media/Baja)
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Durante la ejecución de la exhibición, si un jugador hace un lanzamiento hacia otro jugador y dicho lanzamiento lo toca, el número de peces de dicho jugador disminuirá un pez. La disminución de los peces para dicho jugador, será proporcional al número de lanzamientos que lo han tocado, no le afectará el numero de lanzamientos si no tiene ningún pez acumulado.	
Observaciones:	

Tabla 4.8: Historia de Usuario: Desplegar mensaje cuando se cumpla o no se cumpla la meta.

Historia de Usuario	
Numero: 6	Usuario: Visitantes del Museo Sol del Niño (con grado de escolaridad de secundaria en adelante)
Nombre de la Historia: Desplegar mensaje cuando se cumpla ó no se cumpla la meta	
Prioridad en Negocio: Media (Alta/Media/Baja)	Riesgo en desarrollo: Alta (Alta/Media/Baja)
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 3
Programador Responsable: María Inés Legglew Cruz	
<p>Descripción: La meta será considerada como "meta cumplida", cuando el visitante logre atrapar 3 peces en un lapso no mayor a 2 minutos. Posteriormente se le mostrará un mensaje que haga alusión al éxito de la meta cumplida.</p> <p>Por otra parte, la meta será considerada como "meta no cumplida", cuando el visitante no logre atrapar 3 peces en un lapso no mayor a 2 minutos. Posteriormente se le mostrará un mensaje en el cual se le incite a seguir intentado.</p>	
Observaciones:	

Tabla 4.9: Historia de Usuario 7: Tocar sonido al realizar determinadas acciones.

Historia de Usuario	
Numero: 7	Usuario: Visitantes del Museo Sol del Niño (con grado de escolaridad de secundaria en adelante)
Nombre de la Historia: Tocar sonido al realizar determinadas acciones	
Prioridad en Negocio: Media (Alta/Media/Baja)	Riesgo en desarrollo: Alta (Alta/Media/Baja)
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 3

Programador Responsable: María Inés Legglew Cruz
Descripción: Se tocarán diferentes sonidos al realizarse la siguientes acciones; cuando el visitante ha cumplido la meta, cuando el visitante no ha cumplido la meta, al atrapar un pez, cuando el personaje es alcanzado por un lanzamiento, durante la ejecución de la exhibición.
Observaciones:

Tabla 4.10: Historia de Usuario 8: Adición de la funcionalidad con TUIO.

Historia de Usuario	
Numero: 8	Usuario: Visitantes del Museo Sol del Niño (con grado de escolaridad de secundaria en adelante)
Nombre de la Historia: Adición de la funcionalidad con TUIO.	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta/Media/Baja)	Riesgo en desarrollo: Alta (Alta/Media/Baja)
Puntos estimados: 1	Iteración Asignada: 3
Programador Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Se añadirán las librerías de TUIO para que la aplicación funcione con la pantalla táctil. Se creará la clase TuioComponent que será el encargado de escuchar los eventos Touch y se utilizará la clase TuioClient para realizar la conexión con el servidor Tuio. También se agregaran nuevas funciones a la clase TouchControl para gestionar la lista de puntos Touch.	
Observaciones: La librería de Tuio que será utilizada es la implementación que fue hecha para el lenguaje Java. Descargable desde la página oficial del proyecto TUIO_JAVA.	

4.2.3 Fase de Planificación

Debido a las características de proyecto las entregas se realizaron por alcance y no por fechas, es decir, se realizaron las entregas de las implementaciones funcionales en cada una de las iteraciones una vez que las tareas de desarrollo, así como las pruebas de aceptación fueron completadas.

Tabla 4.11: Plan de Entrega

Plan de Entrega					
Iteraciones	No	Historia de Usuario	Prioridad	Riesgo	Esfuerzo
Primera	1	Creación y Estructura de la Aplicación	Alta	Alta	2
	2	Despliegue y Estructura de mensajes en pantalla	Media	Alta	1
Segunda	3	Recolección de peces en un determinado tiempo	Alta	Alta	2
	4	Colisiones a lanzamientos y creación/destrucción de obstáculos.	Alta	Alta	1 ½
	5	Disminuir la cantidad de peces de otro jugador	Alta	Alta	1
Tercera	6	Desplegar mensaje cuando se cumpla o no se cumpla la meta	Media	Alta	1
	7	Tocar sonido al realizar determinadas acciones	Media	Alta	1
	8	Adición de la funcionalidad con TUIO.	Alta	Alta	1

Primera Iteración: En la primera iteración se trata de obtener la funcionalidad asociada con los movimientos básicos de los personajes, tomando en cuenta determinadas características que han sido asociadas a cada personaje, para posteriormente desplegar en pantalla mensajes cuya información haga referencia a dichos movimientos. En esta iteración, la información que se muestra al visitante en pantalla es obtenida en respuesta a las acciones que realiza al interactuar con la exhibición, y a partir de estas acciones se desarrolla la funcionalidad necesaria para los movimientos básicos de los personajes.

Segunda Iteración: En la segunda iteración se pretende entregar una implementación funcional la cual comprenda la dinámica de la exhibición interactiva, por lo cual se desarrollan las historias de usuario en las cuales se integre la funcionalidad obtenida en la primera iteración y posteriormente se desarrollen las metas de la exhibición, considerando determinadas restricciones establecidas por el cliente y el programador.

Tercera Iteración: En esta tercera iteración se realizarán las acciones correspondientes al cumplimiento de la meta establecida en la segunda iteración. Así como también se desarrollarán los detalles emotivos necesarios para generar alteraciones de ánimo deseables durante el uso de la interacción por parte del visitante con la exhibición. Con el fin de que el visitante pueda interactuar satisfactoriamente con la exhibición, trabajando con tecnologías multi-touch.

4.2.4 Fase de iteraciones

4.2.4.1 Primera Iteración

Tareas de desarrollo para la Historia de Usuario 1: Creación y estructura de la aplicación

Tabla 4.12: Tareas de desarrollo: Diseñar y Crear la estructura básica de la exhibición

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 1	Numero Historia: 1
Nombre de Tarea: Diseñar y Crear la estructura básica de la exhibición	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: ½
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Crear las clases principales de la exhibición que permitirán sentar las bases para su futuro desarrollo. Estas clases incluirán las clases de entrada/salida, gráficos y configuración de la exhibición, además de contener los métodos generales que serán llamados durante la ejecución del programa y de las cuales la	

mayoría de las clases utilizarán.

Tabla 4.13: Tarea de desarrollo: Crear la interfaz y el escenario para la interacción del visitante con la exhibición.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 2	Numero Historia: 1
Nombre de Tarea: Crear la interfaz y el escenario para la interacción del visitante con la exhibición	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Crear las clases de interfaz que contendrán los objetos (botones y ventanas de comandos) para que el visitante pueda interactuar con la aplicación, esto se llevará a cabo mediante la creación de una clase general de interfaz que contendrá los objetos de las clases de los elementos con los que el visitante va a interactuar. Cada objeto de interfaz tendrá su clase propia que contendrá los métodos necesarios para ejecutar su función específica, ya sea pintar su respectiva imagen de interfaz y/o realizar determinado funcionamiento. Se desarrollará una clase principal para el escenario el cual será desplegado en pantalla y en el cual los personajes serán mostrados.	

Tabla 4.14: Tarea de desarrollo: Diseñar y Crear los personajes con un diseño distintivo propio.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 3	Numero Historia: 1
Nombre de Tarea: Diseñar y Crear los personajes con un diseño distintivo propio	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: ½
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Diseñar 4 personajes los cuales contarán con un diseño distintivo propio. Cada personaje hará uso una clase general llamada "Jugador" que contendrá los métodos que tendrán que ser implementados por cada uno de los personajes de acuerdo a sus características. Es en esta tarea es donde se programara los movimientos que ejecutaran el personaje (Giro y Avance). Por tanto cada jugador tendrá como elemento una instancia de interfaz con la cual se podrá comunicar con el visitante y viceversa.	

Tareas de desarrollo para la Historia de Usuario 2: Despliegue y Estructura de mensajes en pantalla

Tabla 4.15: Tarea de desarrollo: Diseñar estructura de los mensajes que serán desplegados en pantalla al visitante.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 1	Numero Historia: 2
Nombre de Tarea: Diseñar la estructura de los mensajes que serán desplegados en pantalla al visitante.	
Tipo de Tarea: Diseño	Puntos Estimados: ½
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--

Responsable: María Inés Legglew Cruz
Descripción: Realizar el diseño de la estructura de los mensajes (el cómo serán presentados en pantalla y la información que contendrán), para lo cual se desarrollaran y programarán las clases necesarias para que dichos mensajes sean desplegados en la ventana de comandos de interfaz. Los mensajes a mostrar podrán ser de dos tipos: Mensajes de comandos. Mensajes de restricción.

Tabla 4.16 : Tarea de desarrollo: Mostrar los mensajes de comandos antes y durante su ejecución.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 2	Numero Historia: 2
Nombre de Tarea: Mostrar los mensajes de comandos antes y durante su ejecución.	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1/3
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Mostrar los mensajes de comandos que se desplegarán conforme el visitante vaya estos a la lista de ejecución y estos serán resaltados durante la secuenciación de la ejecución de las acciones de los personajes. Los mensajes de la lista serán resaltados con el uso de un color Azul durante su ejecución. Los mensajes son formados como [Personaje].[Comando]([Atributos]);, estos llamados de funciones son muy similares al llamado de las funciones en el lenguaje Java.	

Tabla 4.17 : Tarea de desarrollo: Mostrar los mensajes de restricción.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 3	Numero Historia: 2
Nombre de Tarea: Mostrar los mensajes de restricción.	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1/3
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
<p>Descripción:</p> <p>Estos se desplegarán cuando ciertos requerimientos se cumplan durante la ejecución de comandos. Pertenecen al tipo de advertencias y cada uno de estos hará alusión al mensaje que se desea transmitir.</p> <p>Se mostrarán cuando un comando no pueda ejecutarse por una de estas razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El jugador no puede avanzar por que hay un obstáculo frente a él. - El jugador no puede avanzar por que se encuentra en los límites del escenario. <p>Los mensajes serán mostrados de color Rojo, esto de manera muy similar a un error de compilación.</p>	

Elementos de diseño para la primera Iteración

Historia de usuario 1: Creación y estructura de la aplicación

Tarea 1: Diseñar y Crear la estructura básica de la exhibición (Ver Figura 4.4).

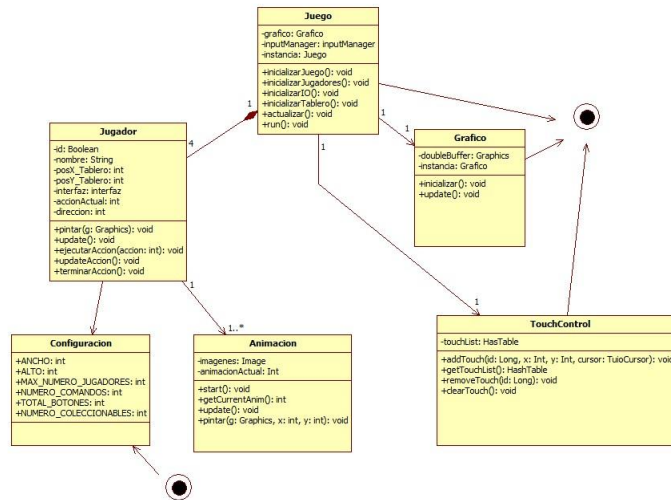


Figura 4.4 : Diagrama de clases correspondiente a la estructura de la aplicación.

Tarea 2: Crear interfaz y el escenario para la interacción del visitante con la exhibición (Ver Figura 4.5).

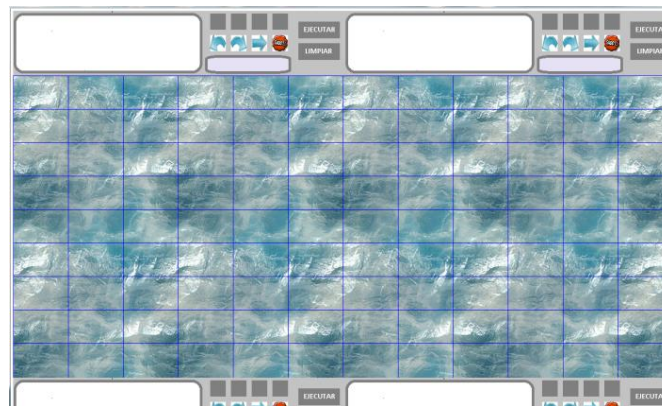


Figura 4.5 : Interfaz y escenario necesario para la interacción del visitante con la exhibición. Se muestran los elementos de diseño para dicha interacción.

Tarea 3: Diseñar y Crear los personajes con un diseño distintivo propio (Ver Figura 4.6)

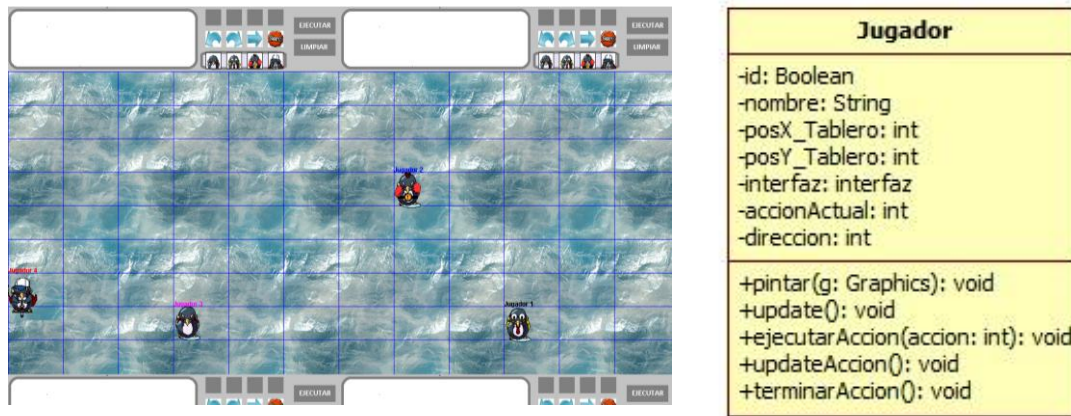


Figura 4.6 : Interfaz y diagrama de clases correspondientes a la creación de los personajes. A la izquierda se muestran los personajes creados para la interacción con la exhibición, a la derecha se muestra el diagrama de clases correspondiente a la clase llevada a cabo para la creación de dichos personajes.

Historia de Usuario 2: Despliegue y Estructura de mensajes en pantalla

Tarea 1: Diseñar la estructura de los mensajes que serán desplegados en pantalla al visitante (Ver Figura 4.7).

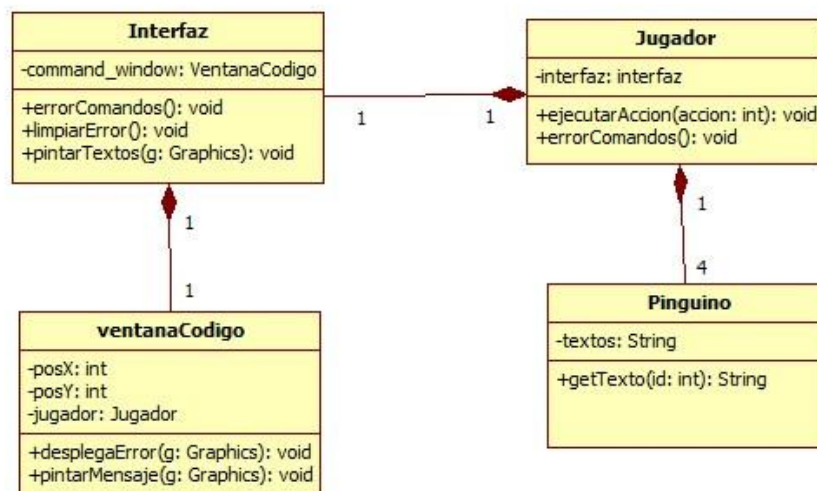


Figura 4.7 : Diagrama de clases correspondiente a la estructura de los mensajes.

Tarea 2: Mostrar los mensajes de comandos antes y durante su ejecución (Ver Figura 4.8 y Figura 4.9)

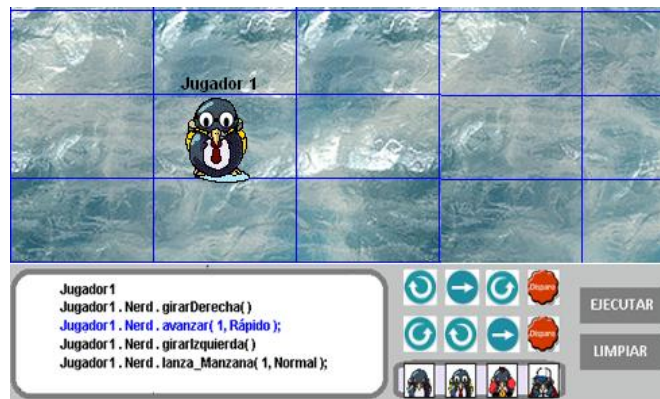


Figura 4.8: Visualización de los mensajes de comandos

.Tarea 3: Mostrar los mensajes de restricción.

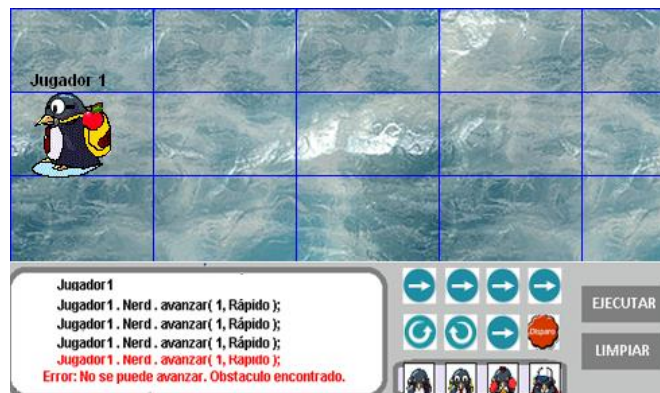


Figura 4.9: Visualización de los mensajes de restricción.

Plan de entrega Inicial (Calendario de compromiso)

- Primera Iteración

Historia de usuario 1: Creación y estructura de la aplicación

Tarea 1: Diseñar y Crear la estructura básica de la exhibición

Tarea 2: Crear interfaz y el escenario para la interacción del visitante con la exhibición.

Tarea 3: Diseñar y Crear los personajes con un diseño distintivo propio

Historia de Usuario 2: Despliegue y Estructura de mensajes en pantalla

Tarea 1: Diseñar la estructura de los mensajes que serán desplegados en pantalla al visitante.

Tarea 2: Mostrar los mensajes de comandos antes y durante su ejecución.

Tarea 3: Mostrar los mensajes de restricción.

- Pruebas de Aceptación

Historia 1:

- ✓ El visitante puede visualizar la interfaz, el escenario y los personajes de la exhibición.
- ✓ El visitante puede interactuar con la aplicación mediante dispositivos touch manipulando los botones que se muestran en la interfaz.
- ✓ Durante la interacción del visitante con la aplicación, este puede determinar una secuencia de acciones que corresponden a los botones mostrados en la interfaz, que posteriormente realiza su personaje (pingüino).
- ✓ El visitante puede escoger entre 4 personajes distintos, una vez elegido alguno de estos, las acciones(avanzar, girar, lanzar) y el diseño del personaje elegido (Nerd, Rudo, Normal, Saltador) corresponden con las características previamente especificadas para cada uno de ellos.

Historia 2:

- ✓ El visitante al ejecutar la secuencia de acciones elegida para su personaje, puede visualizar el desarrollo secuencial de dichas acciones en color azul durante su ejecución.
- ✓ El visitante al ejecutar la secuencia de acciones elegida para su personaje, puede visualizar en color rojo los mensajes de restricción.

4.2.4.2 Segunda Iteración

Tareas de desarrollo para la Historia de Usuario 3: Recolección de peces en un determinado tiempo.

Tabla 4.18: Tarea de desarrollo: Diseñar y Crear la estructura de los elementos coleccionables (peces)

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 1	Numero Historia: 3
Nombre de Tarea: Diseñar y Crear la estructura de los elementos coleccionables (peces).	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Se creará una clase propia del elemento y otra que se encargue de gestionar estos elementos. Todas las clases que necesiten modificar el estado de un elemento lo harán por medio de esta clase. Dichos elementos aparecerán aleatoriamente en el escenario conforme sean recolectados por el visitante.	

Tabla 4.19: Tarea de desarrollo: Crear y Diseñar la estructura del tiempo para la exhibición

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 2	Numero Historia: 3
Nombre de Tarea: Crear y Diseñar la estructura del tiempo para la exhibición	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1

Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Cada clase de visitante (Jugador) tendrá control del tiempo restante. La clase Reloj se encargara de mostrar estos datos en pantalla. Se hará por medio de una barra que se irá reduciendo conforme el tiempo vaya pasando. Una vez que se termine esta barra se habrá acabado la participación de ese visitante y se mostraran mensajes de término. El tiempo será representado por medio de una barra color amarilla. Y un segundero arriba de ella.	

Tareas de desarrollo para la Historia de Usuario 4: Colecciones a lanzamientos y creación/destrucción de obstáculos

Tabla 4.20 : Tarea de desarrollo: Agregación de Colisión a los lanzamientos

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 1	Numero Historia: 4
Nombre de Tarea: Agregación de Colisión a los lanzamientos.	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: ½
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Cada lanzamiento tendrá su detector de colisión. Esto se hará mediante el chequeo de su posición con respecto a otros objetos dentro del escenario.	

Tabla 4.21 : Tarea de desarrollo: Creación de estructura de los obstáculos

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 2	Numero Historia: 4
Nombre de Tarea: Creación de estructura de los obstáculos	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1/3
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Se creara una clase obstáculo y una clase que se encargara de gestionarlos. Estos obstáculos serán creados en una posición aleatoria dentro de los límites del escenario. Cualquier clase que desee modificar el estado de un obstáculo lo hará mediante esta clase.	

Tabla 4.22 : Tarea de desarrollo: Agregar estados de destrucción a los obstáculos.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 3	Numero Historia: 4
Nombre de Tarea: Agregar estados de destrucción a los obstáculos.	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1/2
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Se agregarán estados de destrucción a los obstáculos. Estos estados se verán modificados cuando exista una colisión entre estos y los lanzamientos. Estos contarán con 3 estados, cada uno representando el nivel de	

destrucción. Al finalizar estos estados, el obstáculo se tomara como destruido.

La detección de colisión se hará mediante el chequeo constante de la posición del lanzamiento con las colisiones dentro del escenario. Para que este chequeo constante no cause problemas en el rendimiento se agregó una Matriz de elementos que contiene la posición de cada obstáculo dentro de la exhibición Al destruirse un obstáculo, este será removido de esa matriz de colisión.

Tareas de desarrollo para la Historia de Usuario 5: Disminuir la cantidad de peces de otro jugador.

Tabla 4.23 : Tarea de desarrollo: Detectar colisiones entre un lanzamiento y un personaje

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 1	Numero Historia: 5
Nombre de Tarea: Detectar colisiones entre un lanzamiento y un personaje	
Tipo de Tarea: (Diseño/ Desarrollo)	Puntos Estimados: 1
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: La detección de colisión se hará mediante el chequeo constante de la posición del lanzamiento con la posición de los jugadores. Al detectar la colisión los jugadores verán disminuido en 1 la cantidad de elementos coleccionables (peces) que han recolectado.	

Elementos de diseño para la Segunda Iteración

Historia de usuario 3: Recolección de peces en un determinado tiempo.

Tarea 1: Diseñar y Crear la estructura de los elementos coleccionables (Ver Figura 4.10).

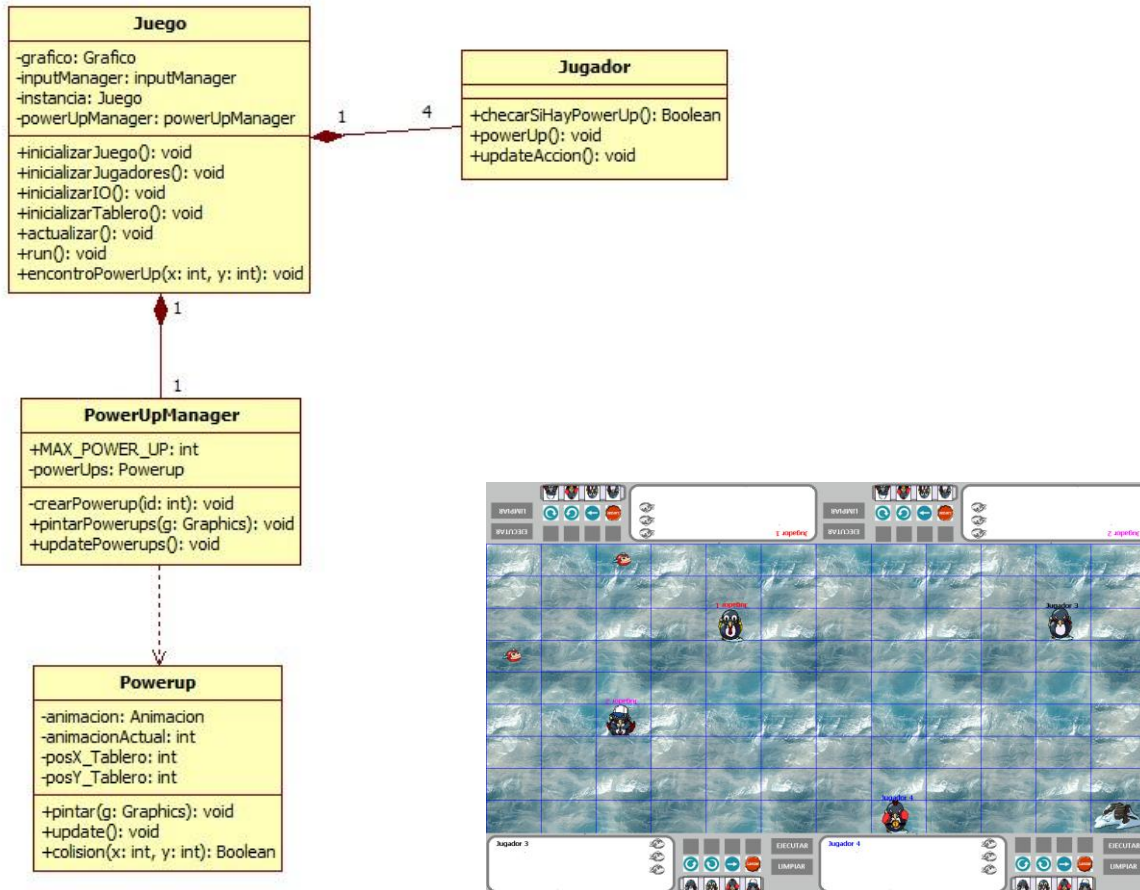


Figura 4.10 : Diseño y creación de los elementos coleccionables (peces).

A la izquierda se muestra el diagrama de clases correspondiente al diseño y creación de los peces, mientras que a la derecha se muestra el diseño de la interfaz con los peces incluidos.

Tarea 2: Crear y Diseñar la estructura del tiempo para la exhibición (Ver Figura 4.11).



Figura 4.11 : Visualización del tiempo. A la izquierda se muestra la barra de tiempo creada para la interacción con la exhibición, a la derecha se muestra el diagrama de clases correspondiente a la clase llevada a cabo para la creación de su visualización y funcionalidad.

Historia de Usuario 4: Colecciones a lanzamientos y creación/destrucción de obstáculos.

Tarea 1: Agregación de Colisión a los lanzamientos (Ver Figura 4.12).

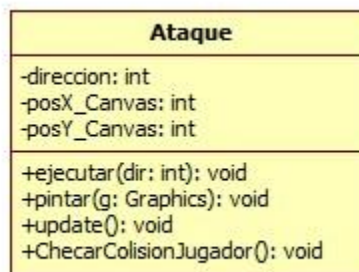


Figura 4.12 : Diagrama de clases de los lanzamientos.

Se muestra el diagrama de clases correspondiente a la clase llevada a cabo para la detección, visualización y funcionalidad de los lanzamientos.

Tarea 2: Creación de estructura de los obstáculos (Ver Figura 4.13).

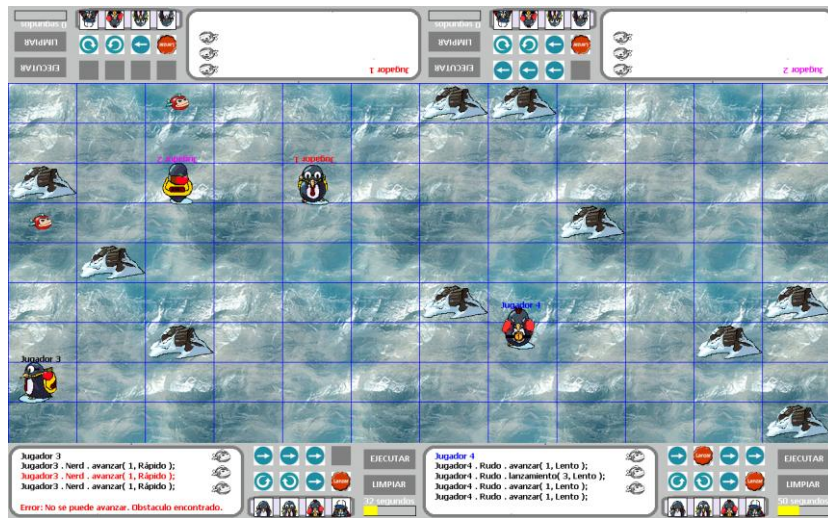
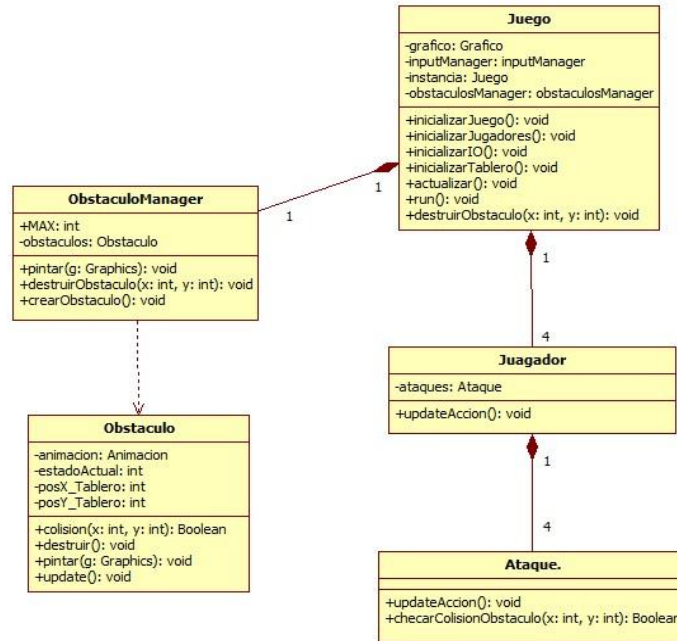


Figura 4.13 : Interfaz y diagrama de clases correspondiente a la creación de los obstáculos.

En la primera imagen se muestra el diagrama de clases correspondiente al diseño y creación de los obstáculos, mientras que en la segunda imagen se muestra el diseño de la interfaz con los obstáculos incluidos.

Tarea 3: Agregar estados de destrucción a los obstáculos (Ver Figura 4.14).



Figura 4.14 : Visualización de los estados de destrucción para los obstáculos.

La imagen muestra como es visualizado el estado de los obstáculos durante su destrucción.

Historia de Usuario 5: Disminuir la cantidad de peces de otro jugador.

Tarea 1: Detectar colisiones entre un lanzamiento y un personaje (Ver Figura 4.16 a Figura 4.17)

```

Clase: Ataque.java
public void updateAccion()
{
    if(ejecutandoAccion)
    {
        if(colisionando)
        {
            ....
        }
        else
        {
            if(checarColision_Obstaculo(posX, posY))
            {
                Juego.getInstancia().destruirObstaculo((int)x, (int)y);
                ....
            }

            if(checarColisionJugador())
            {
                empezarColision();
                ...
            }
        }
    }
}

```

```

Clase: ObstaculoManager.java

    public void destruirObstaculo(int x, int y)
    {
        obstaculos[x][y].destruir();
    }

Clase: Obstaculo.java
public void destruir()
{
    SoundManager.PlaySound(SoundList.GOLPE_ROCA);
    if(estadoActual < DESTRUIDO)
    {
        estadoActual++;
        animacionActual = estadoActual;
        animacion[animacionActual].start();
    }
    ...
}

```

Figura 4.15: Segmentos de código correspondientes a la detección de colisiones.

Se muestran los principales segmentos de código en lenguaje Java, empleados para la detección de colisiones mediante el chequeo constante de la posición de lanzamiento con la posición de los jugadores.

```

Clase: Ataque.java

public void updateAccion()
{
    if(ejecutandoAccion)
    {
        if(colisionando)
        {
            ....
        }
        else
        {
            if(checharColision_Obstaculo(posX, posY))
            {
                Juego.getInstancia().destruirObstaculo((int)x, (int)y);
                ....
            }

            if(checharColisionJugador())
            {
                empezarColision();
                ...
            }
        }
    }
}

boolean checarColisionJugador()
{
    for(int x = 0; x < Juego.getInstancia().getNumeroJugadores(); x++)
    {
        if(Juego.getInstancia().getJugador(x).pegoAtaque(posX_Canvas, posY_Canvas))
            return true;
    }
    return false;
}

```

```

Clase: Jugador.java

public boolean pegoAtaque(int posX, int posY)
{
    if(posX < posX_Canvas || posX > posX_Canvas )
    {
        return false;
    }

    if(posY < posY_Canvas || posY > posY_Canvas )
    {
        return false;
    }

    colision();
    return true;
}

private void colision()
{
    SoundManager.PlaySound(SoundList.COLISION);
    if(cantidad_coleccionables > 0)
    {
        cantidad_coleccionables--;
    }

    interfaz.setCantidadColeccionables(cantidad_coleccionables);
}

```

Figura 4.16: Segmentos de código correspondientes a la disminución de peces. Se muestran los principales segmentos de código en lenguaje java, empleados para la disminución de elementos coleccionables (peces) al detectar una colisión por alcance de lanzamiento.



Figura 4.17: Visualización de un lanzamiento entre jugadores.

Plan de entrega Inicial (Calendario de compromiso)

- Segunda Iteración

Historia de usuario 3: Recolección de peces en un determinado tiempo.

Tarea 1: Diseñar y Crear la estructura de los elementos coleccionables (peces)

Tarea 2: Crear y Diseñar la estructura del tiempo para la exhibición

Historia de Usuario 4: Colecciones a lanzamientos y creación/destrucción de obstáculos

Tarea 1: Agregación de Colisión a los lanzamientos

Tarea 2: Creación de estructura de los obstáculos

Tarea 3: Agregar estados de destrucción a los obstáculos.

Historia de Usuario 5: Disminuir la cantidad de peces de otro jugador.

Tarea 1: Detectar colisiones entre un lanzamiento y un personaje

- Pruebas de Aceptación

Historia 3:

- ✓ El visitante puede visualizar los peces y la barra de tiempo durante su interacción con la exhibición.
- ✓ El visitante puede recolectar hasta 3 peces en el escenario. Una vez que logra recolectar un pez, puede visualizar la aparición de otro pez en una posición aleatoria en el escenario.
- ✓ Al recolectar un pez, el visitante puede visualizar en su ventana de comandos de interfaz la cantidad de peces recolectada, así como el tiempo restante para recolectar los peces faltantes.

Historia 4:

- ✓ El visitante puede visualizar los obstáculos en el escenario durante su interacción con la exhibición.
- ✓ El visitante no puede avanzar si tiene un obstáculo en su camino.
- ✓ El visitante puede destruir el obstáculo al realizar 2 lanzamientos hacia este.
- ✓ Una vez destruido el obstáculo, el visitante puede seguir su camino.

Historia 5:

- ✓ El visitante puede disminuir los peces de otro jugador al hacer un lanzamiento hacia este y si dicho lanzamiento lo toca.
- ✓ El jugador que recibió el lanzamiento puede visualizar en su ventana de comandos de interfaz la disminución de peces proporcional al número de lanzamientos que lo tocaron.
- ✓ El visitante no puede disminuir el número de peces de otro jugador si este no tiene algún pez.

4.2.4.3 Tercera iteración

Tareas de desarrollo para la Historia de Usuario 6: Desplegar mensaje cuando se cumpla o no se cumpla la meta.

Tabla 4.24 : Tarea de desarrollo: Despliegue de mensajes de termino.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 1	Numero Historia: 6
Nombre de Tarea: Despliegue de mensajes de termino.	
Tipo de Tarea: (Diseño/ Desarrollo)	Puntos Estimados: 1
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable:	
Descripción: Los mensajes de termino serán desplegados al terminar el tiempo que tienen los jugadores para recolectar los elementos (peces). Este mensaje será desplegado en la interfaz hasta que el jugador realice otra acción. El estado de estos mensajes serán iniciados por la clase del jugador y desplegados por la clase de ventana de comandos.	

Tareas de desarrollo para la Historia de Usuario 7: Tocar sonido al realizar determinadas acciones

Tabla 4.25 : Tarea de desarrollo: Implementación de sonidos en la exhibición

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 1	Numero Historia: 7
Nombre de Tarea: Implementación de sonidos en la exhibición	
Tipo de Tarea:	Puntos Estimados: 1

(Diseño/ Desarrollo)	
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable:	
<p>Descripción: Implementar y desarrollar las clases que se encarguen de tocar los sonidos. Dichas clases serán de instancia única (singleton). Esta clase estática tendrá visibilidad en cualquier clase de la aplicación. Esta cargará al inicio los sonidos que se tocarán al realizar las acciones.</p> <p>Los sonidos serán en formato .wav. Estos sonidos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Al inicio de la exhibición y durante su ejecución se tocara una música de fondo. -Cada personaje tendrá su sonido propio que será tocado de manera aleatoria. - Los lanzamientos tendrán cada uno su sonido que se tocara cuando estos sean realizados. - Las colisiones tocaran un sonido propio. - Al terminar la participación del visitante, ya sea perdiendo o ganando, se tocara un sonido haciendo alusión al resultado de su participación. 	

Tareas de desarrollo para la Historia de Usuario 8: Adición de la funcionalidad con TUIO.

Tabla 4.26 : Tarea de desarrollo: Creación de la clase TuioComponent.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 1	Numero Historia: 8
Nombre de Tarea: Creación de la clase TuioComponent.	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1/3
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Antes de realizar la conexión con el servidor Tuio, es necesario tener una clase que se encargará de estar escuchando los	

eventos Touch. Esto se hace por medio de la interfaz TuiListener, la cual contiene métodos para agregar, remover y actualizar los puntos Touch. Se necesita implementar esta interfaz y sobrescribir sus métodos para la funcionalidad. Se utilizara una HashTable como estructura para contener todos los puntos touch en pantalla, estos es para hacer más eficiente la localización de estos puntos.

Tabla 4.27: Tarea de desarrollo: Utilización de TuiClient para realizar la conexión con el servidor Tui.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 2	Numero Historia: 8
Nombre de Tarea: utilización de TuiClient para realizar la conexión con el servidor Tui.	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1/3
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Para poder recibir los puntos Touch es necesario establecer una comunicación con el servidor mediante un cliente. Este cliente escucha por el puerto 3333 y mediante la utilización de un TuiListener. Una vez realizada la conexión, la lectura de los puntos Touch recae sobre el TuiListener, que en nuestro caso es la clase TuiComponent.	

Tabla 4.28 : Tarea de desarrollo: Agregación de métodos de gestión de puntos Touch a la clase TouchControl.

Tarea de desarrollo	
Numero Tarea: 3	Numero Historia: 8
Nombre de Tarea: Agregación de métodos de gestión de puntos Touch a la clase TouchControl.	
Tipo de Tarea: Diseño/ Desarrollo	Puntos Estimados: 1/3
Fecha inicio: --/--/--	Fecha fin: --/--/--
Responsable: María Inés Legglew Cruz	
Descripción: Para el uso interno de los puntos Touch se agregarán métodos a la clase TouchControl. El listado de los puntos Touch serán mandados a la clase que los pida para que esta cheque si existe algún punto Touch que haya hecho contacto con su elemento, si este fuese el caso, esa clase se encargara de realizar la acción para la cual fue diseñada.	

Elementos de diseño para la Tercera Iteración

Historia de usuario 6: Desplegar mensaje cuando se cumpla o no se cumpla la meta.

Tarea 1: Despliegue de mensajes de termino (Ver Figura 4.18 y Figura 4.19).

```
Clase: Jugador.java
public void update()
{
    ...
    if(juegoTerminado == false)
    {
        tiempoRestante = System.currentTimeMillis() - tiempoInicial;
        if(tiempoRestante >= tiempo_millis)
        {
            if(cantidad_coleccionables < Configuracion.NUMERO_COLECCIONABLES)
            {
                juegoTerminado(false);
            }
        }
    }
}

public void powerUp()
{
    ...
    if(cantidad_coleccionables < Configuracion.NUMERO_COLECCIONABLES)
    {
        cantidad_coleccionables++;
    }
    ...
    if(cantidad_coleccionables >= Configuracion.NUMERO_COLECCIONABLES)
    {
        juegoTerminado(true);
    }
}

public void juegoTerminado(boolean gana)
{
    ...
    if(gana)
    {
        SoundManager.PlaySound(SoundList.GANASTE);
        tipoFinal = Configuracion.WIN;
    }
    else
    {
        SoundManager.PlaySound(SoundList.PERDISTE);
        tipoFinal = Configuracion.GAMEOVER;
    }
}
}

Clase: Graficos.java
public void update()
{
    ...
    for(x = 0; x < jugadores; x++)
    {
        if(instalajuego.getJugador(x).interfazInvertida() == true)
            instalajuego.getJugador(x).pintarTextos(g2d);
    }
}

Interfaz.java
public void pintarTextos(Graphics g)
{
    ...
    command_window.pintarMensaje(g);
}

Clase: VentanaCodigo.java
public void pintarMensaje(Graphics g)
{
    if(jugador.terminado() == false)
    {
        if(mostrarError)
            desplegarError(g);
        else
        {
            if(jugador.getFinal() == Configuracion.WIN)
            {
                desplegarGanaste(g);
            }
            else
            {
                desplegarPerdiste(g);
            }
        }
    }
}

private void desplegarGanaste(Graphics g)
{
    ...
    {
        g.setColor(Color.RED);
        g.drawString(Configuracion.GANASTE, posX + 25, posY + interfaz.getAlto() - 20);
        g.setColor(Color.BLACK);
    }
}
}
```

Figura 4.18: Segmentos de código correspondientes a mostrar y generar los mensajes de término. Se muestran los principales segmentos de código en lenguaje java, empleados para generar y mostrar los mensajes de término.

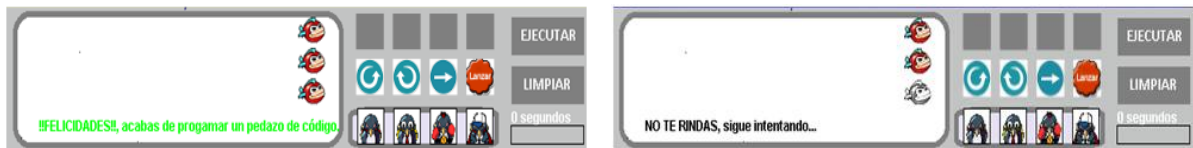


Figura 4.19 : Visualización de los mensajes de termino.

A la izquierda se visualiza el mensaje desplegado cuando se ha cumplido la meta, mientras que a la derecha se visualiza el mensaje desplegado cuando no se ha cumplido la meta.

Historia de Usuario 7: Tocar sonido al realizar determinadas acciones.

Tarea 1: Implementación de sonidos en la exhibición (Ver Figura 4.18 y Figura 4.21)

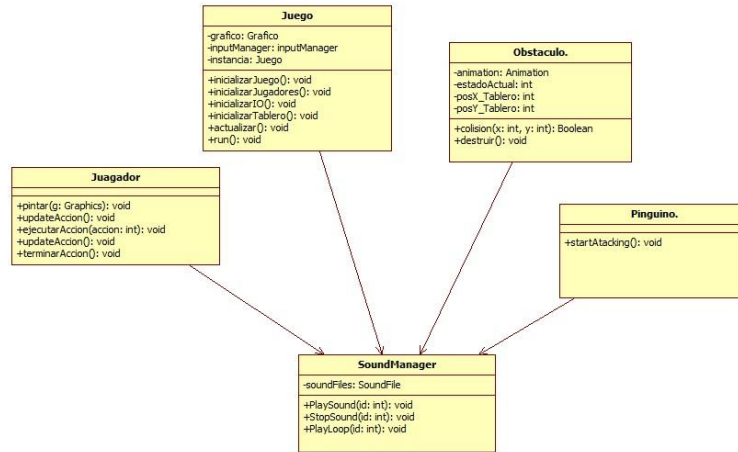


Figura 4.18: Diagrama de clase correspondiente a la implementación de los sonidos para la exhibición.

```
Clase: Jugador.java
public void updateAccion()
{
    if(accionActual == Configuracion.DISPARAR)
    {
        ...
        ataques[ataqueActual].ejecutar(direccion);
        switch(pinguinoActual)
        {
            case PINGUINO_NORMAL:
                SoundManager.PlaySound(SoundList.FUEGO);
                break;
            case PINGUINO_NERD:
                SoundManager.PlaySound(SoundList.FUEGO);
                break;
            case PINGUINO_RUDO:
                SoundManager.PlaySound(SoundList.GOLPE);
                break;
            case PINGUINO_SALTADOR:
                SoundManager.PlaySound(SoundList.VIENTO);
                break;
        }
        ...
    }
}

Clase: SoundManager.java
...
public static void PlaySound(int ID)
{
    soundFiles[ID].Play();
}
}
```

Figura 4.21: Segmento de código correspondiente a tocar y cargar sonidos. Se muestran los principales segmentos de código en lenguaje java, empleados para cargar y tocar los sonidos correspondientes a las acciones de cada personaje.

Historia de Usuario 8: Despliegue y Estructura de mensajes en pantalla.

Tarea 1: Tarea de desarrollo: Creación de la clase TuioComponent (Ver Figura 4.19).

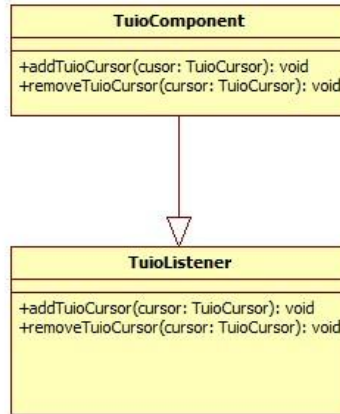


Figura 4.19: Diagrama de clases correspondiente a la creación de la clase TuioComponent.

Tarea 2: Tarea de desarrollo: Utilización de TuioClient para realizar la

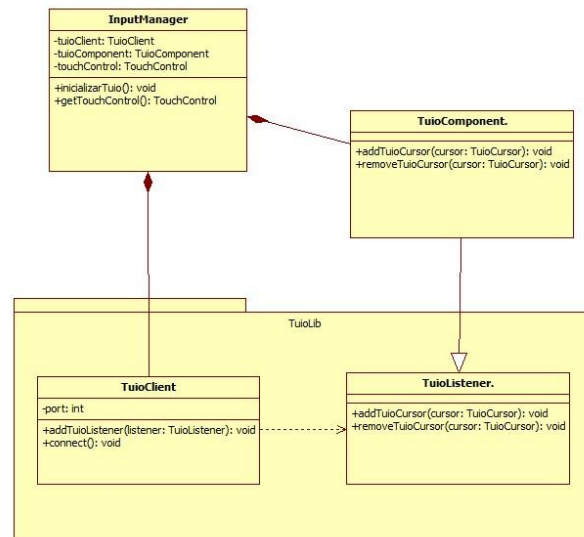


Figura 4.20: Diagrama de clases correspondiente a la conexión con el servidor Tuio.

Tarea 3: Agregación de métodos de gestión de puntos Touch a la clase TouchControl (Ver Figura 4.21).

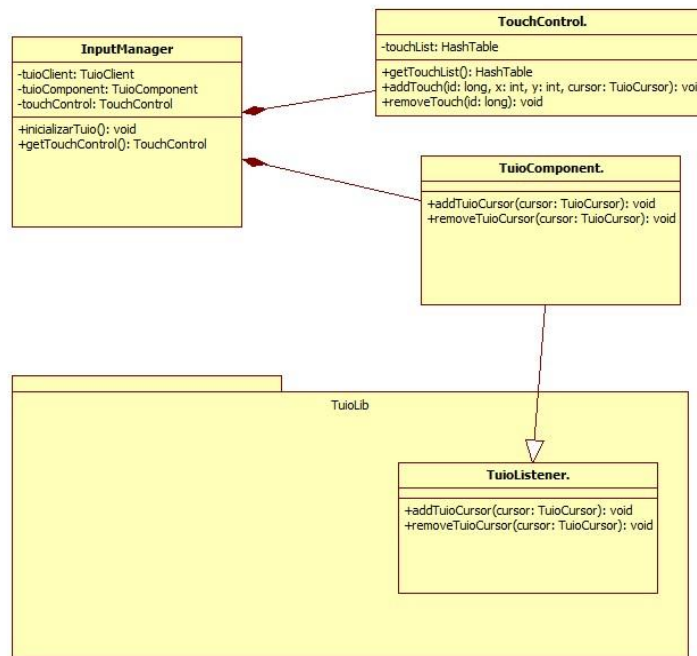


Figura 4.21: Diagrama de clases correspondiente a la gestión de puntosTouch en relación a la clase TouchControl.

Plan de entrega Inicial (Calendario de compromiso)

- Tercera Iteración

Historia de usuario 6: Desplegar mensaje cuando se cumpla o no se cumpla la meta.

Tarea 1: Despliegue de mensajes de termino.

Historia de Usuario 7: Despliegue y Estructura de mensajes en pantalla

Tarea 1: Implementación de sonidos en la exhibición

Historia de Usuario 8: Adición de la funcionalidad con TUIO

Tarea 1: Creación de la clase TuioComponent

Tarea 2: Utilización de TuioClient para realizar la conexión con el servidor Tuio.

Tarea 3: Agregación de métodos de gestión de puntos Touch a la clase TouchControl.

- Pruebas de Aceptación

Historia 6:

- ✓ El visitante durante su interacción con la exhibición puede visualizar el mensaje "!!FELICIDADES!!, acabas de programar un pedazo de código" al recolectar 3 peces durante un tiempo no mayor a dos minutos.
- ✓ El visitante durante su interacción con la exhibición puede visualizar el mensaje "NO TE RINDAS, sigue intentando..." si recolectó menos de 3 peces durante un tiempo mayor a dos minutos.
- ✓ El visitante visualiza dichos mensajes hasta que realiza otra acción en la ventana de comandos de interfaz.

Historia 7:

- ✓ El visitante durante su interacción con la exhibición puede escuchar una música de fondo.
- ✓ Al realizar un lanzamiento, el visitante puede escuchar un sonido en consecuencia a dicha acción.
- ✓ Al colisionar un lanzamiento con un obstáculo, el visitante puede escuchar un sonido en consecuencia a dicha acción.
- ✓ Una vez cumplida o no cumplida la meta de la exhibición, el visitante puede escuchar un sonido que hace alusión al resultado de su participación.

Historia 8:

- ✓ El visitante puede interactuar satisfactoriamente con la exhibición, trabajando con tecnologías multi-touch.

4.2.5 Fase de Producción y Mantenimiento

- Al poner en ejecución la versión final en la mesa multi-touch, se ajustó el tamaño de su resolución a las dimensiones de la mesa.
- Las imágenes en modo RGB fueron cambiadas a imágenes en modo indexado, esto con el fin de consumir menos memoria en el equipo.
- El sonido agregado a dicha versión final se redujo debido al entono de la mesa multi-touch, por requerimiento del museo.
- El botón de ataque fue modificado en su diseño para que fuera visualizado como una acción menos agresiva, por tanto se cambió a lanzar.

4.2.6 Muerte del proyecto

4.2.6.1 Descripción general de la exhibición

a) ¿En qué consiste la exhibición?

Consiste en poder ejecutar determinadas secuencias de acciones, que son establecidas mediante el empleo de botones que representan una acción específica, con las cuales el visitante logre atrapar 3 peces en un determinado tiempo, pudiendo lanzar objetos con los que puede destruir obstáculos que no le permiten avanzar o bien disminuir la cantidad de peces de otro jugador.

b) Identificación de las partes de la exhibición.

1) ventana de comandos de interfaz

Se le presenta al visitante la siguiente ventana de comandos de interfaz que consta de los siguientes elementos los cuales empleara para interactuar con la aplicación (Ver Figura 4.22).

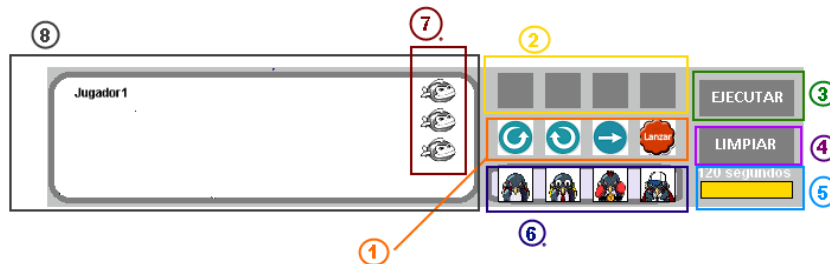


Figura 4.22: Ventana de comandos de interfaz

Donde:

1. *Botones de acciones*: Son los botones empleados para realizar una acción específica (Ver Figura 4.23)



Figura 4.23: Botones de acciones

2. *Cuadros de secuencia*: En estos cuadros se introducirá la secuencia de acciones necesarias para lograr atrapar los peces. La secuencia se ejecuta de izquierda a derecha (Ver Figura 4.24)

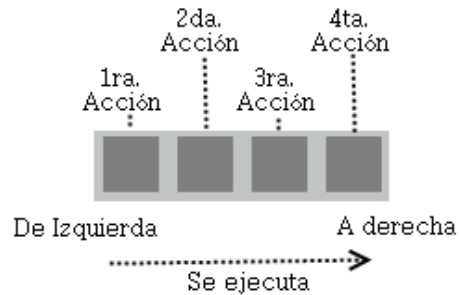


Figura 4.24: Cuadros de secuencia

3. *Boton Ejecutar*: Una vez introducida determinada secuencia de acciones, el botón ejecutar es empleado para que se lleven a cabo de manera secuencial cada una de las acciones introducidas en dicha secuencia (Ver Figura 4.22)

4. *Boton Limpiar*: Antes de ejecutar determinada secuencia de acciones, este botón permite limpiar o bien quitar toda la secuencia que se haya introducido en los cuadros de secuencia (Ver Figura 4.22)

5. *Barra de Tiempo*: Muestra el tiempo restante para cumplir la meta (Ver Figura 4.22). La disminución del tiempo se muestra reduciendo la porción en amarillo y mediante un texto en la parte superior que indica la cantidad de segundos restantes. Cuando la barra se encuentra vacía y el texto indica "0 segundos" el tiempo se ha agotado.

6. *Botones para la elección de personajes*: Con estos botones el visitante puede elegir de entre 4 personaje distintos, cada uno caracterizado y con atributos distintos(Ver Figura 4.25)

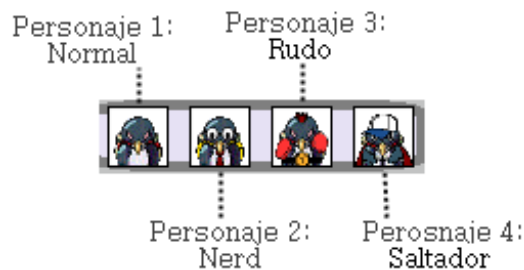


Figura 4.25: Botones para la elección de personajes

7. *Pescados a obtener.* Estas imágenes de peces indican la cantidad de peces a atrapar. Cuando el visitante logra atrapar un pez, una de las imágenes es coloreada, indicando la cantidad de peces obtenidos y los restantes (Ver Figura 4.26).



Figura 4.26: Indicación de pescados a obtener.

Se muestran tres imágenes de peces donde dos de ellas se encuentran coloreadas, lo que significa que el visitante ha logrado atrapar dos peces, también se observa un tercer pez en color gris lo que indica que aún le falta un pez por atrapar.

8. *Ventana de visualización del código.* En esta ventana se muestra el código correspondiente a la secuencia de acciones introducida por el visitante. Cuando la meta es cumplida o no es cumplida, es aquí donde imprime un mensaje informando al visitante el resultado de su participación (Ver Figura 4.22).

2) Características del terreno de juego:

El terreno de juego comprende el área en la cual los personajes desarrollan las secuencias de acciones introducidas por el visitante, con el fin de cumplir la meta. El personaje al desplazarse por el terreno de juego puede encontrarse con obstáculos, otros personajes correspondientes a los demás jugadores, así como los peces que debe atrapar.

Una característica importante del terreno de juego es que es presentado sobre un tablero de NxM casillas. Cada jugador podrá moverse X casillas ya sea a la derecha, izquierda, arriba o abajo, pudiendo visualizar el número de casillas que necesita avanzar para alcanzar un pez, destruir un obstáculo o lanzar un objeto (Ver Figura 4.27).

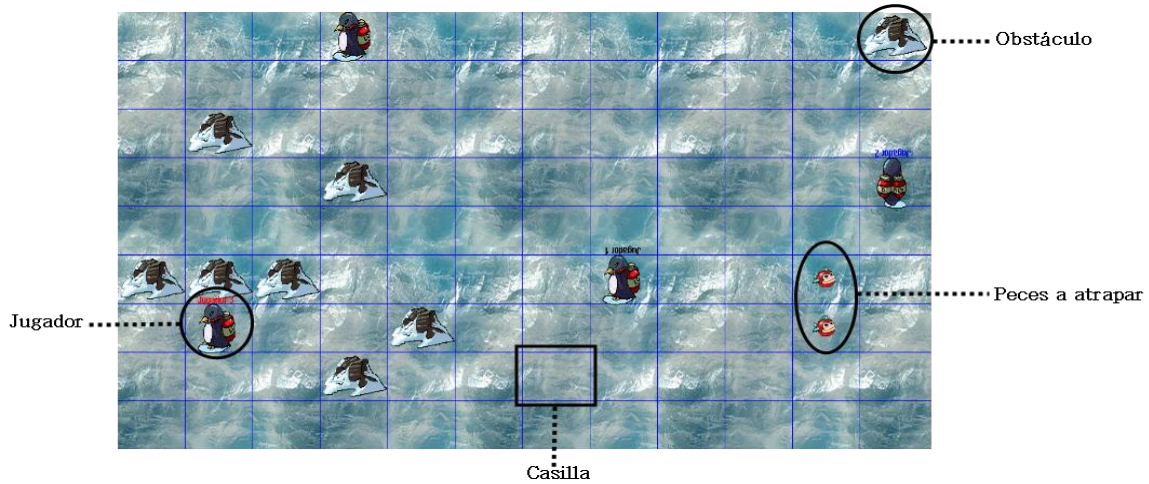


Figura 4.27: Características del terreno de juego.

c) ¿Cómo se juega?

1) Introducir y ejecutar una secuencia de acciones:

Para atrapar los peces se debe introducir una secuencia de acciones empleando los botones de acciones, para poder introducir dicha secuencia el visitante debe posicionar su dedo encima del botón de acción que desea y arrastrarlo hasta posicionarlo en alguno de los cuadros de secuencia, tomando en cuenta que dicha secuencia de acciones se ejecutara siguiendo determinado orden, una vez establecida la secuencia de acciones, se debe seleccionar con el dedo directamente en la mesa multi-touch el botón ejecutar (Ver Figura 4.28).



Figura 4.28: Arrastrando el botón de acción "girar a la derecha" hacia un cuadro de secuencia.

Cuando alguno de los botones de acciones es introducido en los cuadros de secuencia, aparece en la ventana de visualización de código, un mensaje de texto que hace alusión a dicho botón de acción en relación con el jugador y el personaje elegido (Ver Figura 4.29)

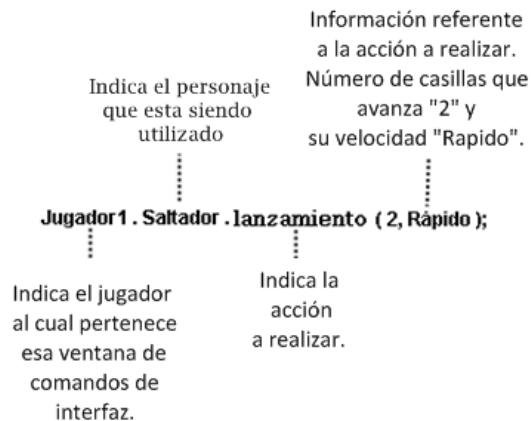


Figura 4.29: Descripción de un mensaje de texto correspondiente al botón de acción "lanzar objeto", para el jugador 1.

Para borrar algún botón de acción introducido en algún cuadro de secuencia, simplemente se arrastra dicho botón de acción fuera de los cuadros de secuencia. Al seleccionar con el dedo directamente en la mesa multi-touch el botón limpiar, se borran todos los botones de acción que se encuentren introducidos en los cuadros de secuencia.

2) Elección de un personaje:

El visitante puede elegir de entre cuatro personajes distintos, cada personaje puede realizar las acciones de girar a la izquierda, girar a la derecha, avanzar y lanzar objeto, sin embargo la velocidad y alcance de su lanzamiento depende del personaje seleccionado (Ver Figura 4.30). Para seleccionar un personaje el visitante debe seleccionarlo con el dedo directamente en la mesa multi.touch.

Durante la ejecución de la secuencia de acciones no es posible cambiar el personaje. En el terreno de juego se mostraran 4 personajes, uno para cada jugador, los

cuales estarán identificados por un texto en la parte superior de este que indica a que jugador pertenece determinado personaje (Ver Figura 4.30).

Personaje: Normal 	Personaie: Nerd 	Personaie: Rudo 	Personaie: Saltador 
<ul style="list-style-type: none"> * Velocidad: Normal * Avance: 1 Casilla * Lanzamiento: <ul style="list-style-type: none"> - Alcance: 2 Casillas - Velocidad: Normal 	<ul style="list-style-type: none"> * Velocidad: Rápido * Avance: 1 Casilla * Lanzamiento: <ul style="list-style-type: none"> - Alcance: 1 Casilla - Velocidad: Normal 	<ul style="list-style-type: none"> * Velocidad: Lento * Avance: 1 Casilla * Lanzamiento: <ul style="list-style-type: none"> - Alcance: 3 Casillas - Velocidad: Lenta 	<ul style="list-style-type: none"> * Velocidad: Normal * Avance: 2 Casillas * Lanzamiento: <ul style="list-style-type: none"> - Alcance: 2 Casillas - Velocidad: Rápido

Figura 4.30: Personajes y sus características.

3) Disminuir la cantidad de peces de otro jugador:

Para disminuir la cantidad de peces de otro jugador, sólo es necesario hacer un lanzamiento hacia el otro jugador y tocarlo con dicho lanzamiento. Para lo cual el personaje debe está apuntando en dirección al otro jugador, introducir el botón de acción "lanzar objeto" y posteriormente seleccionar con el dedo directamente en la mesa multi-touch el botón ejecutar (Ver Figura 4.31).



Figura 4.31: Lanzamiento del un objeto del jugador 1 hacia el jugador 3.

4) Destrucción de obstáculos:

Para destruir un obstáculo, sólo es necesario hacer dos lanzamientos hacia él y tocarlo con dichos lanzamientos. Para lo cual el personaje debe estar apuntando en dirección al obstáculo, introducir dos botones de acción "lanzar objeto" y posteriormente seleccionar con el dedo directamente en la mesa multi-touch el botón ejecutar (Ver Figura 4.32).



Figura 4.32: Destrucción de un obstáculo por parte del jugador 1.

5) Reglamento

a) Restricciones de la exhibición

- El personaje no puede avanzar más allá de los límites de terreno de juego o a través de un iceberg (ambos representan obstáculos), si se introduce una secuencia de acciones que lo lleve a esto, aparecerá un mensaje de restricción en color rojo y se pintará la acción en la cual se llevó a cabo dicha restricción, dejando al personaje en la última acción realizada (Ver Figura 4.33).

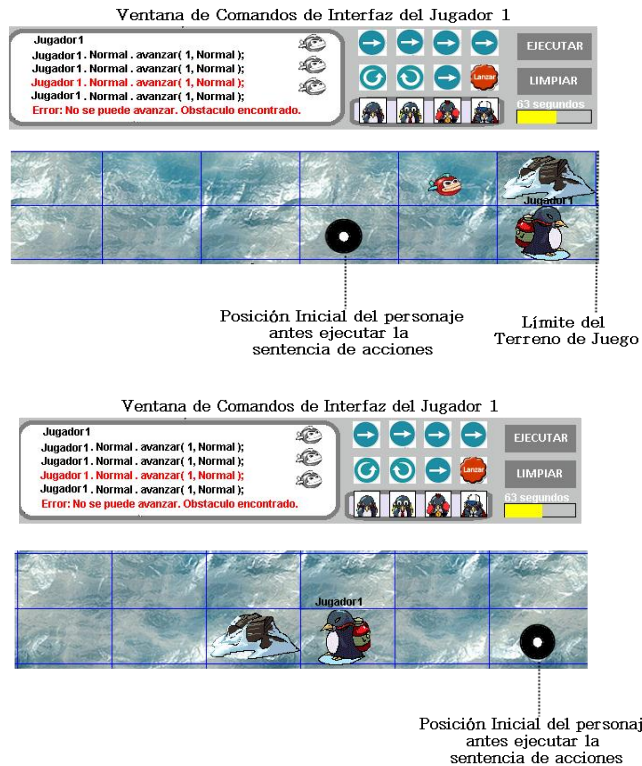


Figura 4.33: Mensaje de restricción para el jugador 1.

- Al seleccionar con el dedo directamente sobre la mesa multi-touch el botón ejecutar, durante la ejecución de la sentencia de acciones no será posible cambiar el personaje.

b) Designación de meta cumplida o meta no cumplida

Para cumplir la meta el jugador debe atrapar 3 peces en un tiempo no mayor a 2 minutos, logrado esto le mostrará el mensaje "¡FELICIDADES!, acabas de programar un pedazo de código" en la ventana de visualización de código. En caso contrario se le mostrara el mensaje "NO TE RINDAS, sigue intentando..."

Capítulo 5

Análisis de la trazabilidad de requerimientos

Los artefactos descritos en la sección 4.1 (Ver Tabla 4.1 y Tabla 4.2), fueron empleados para capturar los requerimientos de diseño para una exhibición interactiva durante la materia inter-semestral Tecnologías de la información en la divulgación del conocimiento a un grupo de 5 alumnos del posgrado de Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería. El grupo estaba formado por dos estudiantes de doctorado y tres de maestría en el programa de posgrado de computación. A estos alumnos se les pidió que hicieran una descripción de la actividad de divulgación y posteriormente hicieran uso de los artefactos para determinar los requerimientos de diseño empleando al modelo como marco de referencia.

Derivada de dicha implementación y a partir de las observaciones y problemas encontrados por los alumnos surgió la necesidad de hacer un rediseño de los artefactos. Al concluir la actividad fue posible para los estudiantes identificar los requerimientos que de acuerdo con los criterios de diseño expuestos en el modelo CAEDI, deberían ser considerados para la elaboración de la exhibición interactiva.

Lo anterior permitió evaluar qué tan bien los artefactos permitían capturar los requerimientos de diseño para una exhibición interactiva, encontrando que los requerimientos identificados por los alumnos de posgrado siguen una correspondencia aceptable con los criterios de diseño expuestos en el modelo CAEDI, aún cuando dichos alumnos no son expertos en el desarrollo de exhibiciones y presentan un perfil técnico, lo cual nos lleva a plantear la pregunta acerca de cuáles serían los resultados con otros expertos que tengan un perfil diferente, como por ejemplo educadores.

5.1 Análisis de la trazabilidad llevada a cabo desde el diseño hasta el desarrollo de la exhibición interactiva.

Se ha llevado a cabo un proceso de trazabilidad de la metodología seguida para el diseño y desarrollo de las exhibiciones interactivas, esto con el fin de identificar si los requerimientos de diseño obtenidos de los artefactos derivados del modelo fueron considerados durante el desarrollo de la exhibición, así como verificar que efectivamente fue adecuada la elección de la metodología XP modificada para el desarrollo de la exhibición interactiva, y que dicha metodología permite, mediante sus artefactos, trabajar eficientemente con los requerimientos de diseño. Pudiendo con ello asegurar cierto grado de calidad del producto final conforme a los requerimientos.

Nota. Se ha usado la siguiente notación para las matrices correspondientes a la Figura 5.21 a la Figura 5.4:

RQ01	RQ hace referencia a requerimientos, 01 determina el número de requerimiento.
HU1	HU hace referencia a Historias de Usuario, 1 indica el número de historia de usuario.
TD01	TD hace referencia a Tareas de Desarrollo, 01 indica el número de tarea de desarrollo. Se usa la notación HU1:TD01, para especificar a qué historia de usuario corresponde dicha tarea de desarrollo.
PA01	PA hace referencia a pruebas de aceptación, 01 determina el número de prueba.

Al ir estableciendo la trazabilidad, se detecto que un requerimiento podía contemplar varias historias de usuario, y este a su vez sólo algunas de las tareas de desarrollo derivadas de dicha historia de usuario, esto debido a que en una historia de usuario se describe de manera general determinada funcionalidad del sistema la cual lleva a satisfacer más de un requerimiento de diseño, sin embargo las tareas de desarrollo son tareas específicas que se complementan para cumplir con la historia de usuario, permitiendo identificar más específicamente en que tarea de desarrollo se cumple dicho el requerimiento.

En el proceso de trazabilidad para este trabajo de tesis, se han generado cuatro matrices que muestran como los requerimientos obtenidos de los artefactos han sido considerados para la elaboración de la exhibición interactiva , generando las historias de usuario que cumplan con dichos requerimientos, así como sus respectivas tareas de desarrollo y pruebas de aceptación (Ver Figura 5.1 a Figura 5.4). Por ejemplo, la Figura 5.1 muestra el RQ02 y las historias de usuario HU1, HU3, HU4, HU5, HU8 que contemplan dicho requerimiento, posteriormente en la Figura 5.3 muestra en qué tarea de desarrollo relacionados con su historia de usuario se contempla dicho requerimiento, siguiendo el ejemplo se visualiza que para el RQ02 y la HU3 que consta de dos tareas de desarrollo TD01 y TD02, en la TD01 se lleva a cabo la funcionalidad necesaria para cumplir con dicho requerimiento, para finalmente en la Figura 5.4 identificar la o las pruebas de aceptación mediante las cuales se confirma que la tarea de desarrollo ha sido implementada correctamente, validando que dicho requerimiento de diseño ha sido contemplado en la exhibición interactiva.

		HU1: Creación y estructura de la aplicación	HU2: Despliegue y estructura de mensajes en pantalla	HU3: Recolección de peces en un determinado tiempo	HU4: Colisiones a lanzamientos y creación/destrucción de obstáculos	HU5: Disminuir la cantidad de peces del otro jugador.	HU6: Desplegar mensaje cuando se cumpla ó no se cumpla la meta	HU7: Tocar sonido al realizar determinadas acciones.	HU8: Adición de la funcionalidad con TUJO.
Actividades de Aprendizaje ¿Qué?, ¿Cómo?	RQ01: El número de usuarios para exhibición no excederá de cuatro personas.	↑							↑
	RQ02: La exhibición deberá dar una experiencia de éxito temprano.	↑		↑	↑	↑			↑
	RQ03: La exhibición deberá proveer de una participación extendida.	↑		↑	↑	↑			↑
	RQ04: Se considerará el uso de tecnologías multi-touch.	↑							↑
Divulgación (aspectos relativos a la actividad de divulgación)	RQ05: El nivel de divulgación con respecto al canal de comunicación será rápido y con respecto al receptor intermedia.	↑	↑				↑		↑
	RQ06: El mensaje buscará emplear un lenguaje simple, buscando dar a conocer conceptos sencillos, concretos y entendibles de temas referentes a la computación.	↑	↑				↑		↑
Emociones (Alteración en su estado de ánimo durante su interacción con la exhibición)	RQ07: Durante la interacción del visitante con la exhibición se deben presentar diseños y animaciones llamativas, así como el uso de sonidos.	↑			↑			↑	↑
	RQ08: En respuesta al código desarrollado por el usuario al interactuar con la exhibición, las animaciones realizarán las acciones correspondientes.	↑	↑		↑	↑	↑	↑	↑
	RQ09: Al buscar cumplir con la meta planteada, el objeto a programar puede obtener ciertos atributos que lo presenten de forma más robusta o llamativa.	↑							↑
	RQ10: Se llevarán a cabo acciones tales como destrucción de objetos y/o robo de puntos.	↑			↑	↑			↑
Cognición ¿Cómo es dado el alcance del conocimiento?	RQ11: Se propone que la exhibición aborde los cuatro estilos de aprendizaje propuestos por McCarthy: Imaginativo, Analítico, Sentido Común y Dinámico.	↑	↑	↑	↑	↑	↑		↑
Experiencias	RQ12: Se Considerar aquellas actividades de aprendizaje que ayuden a generar experiencias enfocadas a la realización de actividades tanto personales como colaborativas	↑		↑	↑	↑			↑

Figura 5.1: Matriz de Trazabilidad de los requerimientos identificados de acuerdo con los criterios de diseño del modelo elaborado.

La matriz de trazabilidad de los requerimientos relaciona a éstos con las historias de usuario de tal manera que se puede conocer qué historia de usuario contempla qué requerimiento.

Cabe señalar que los requisitos identificados del criterio correspondiente a "contexto actual" han sido considerados en el artefacto "Descripción de la actividad" en sus campos descripción y objetivo educativo.




		Campo: Descripción	Campo: Objetivo Educativo
Contexto Actual ¿Dónde?	RQ01: la exhibición interactiva va dirigida a personas con: -determinado grado de escolaridad. -un interés significativo por la tecnología.		
	RO02: L a actividad de aprendizaje les debe permitir interactuar físicamente con la exhibición.		

Figura 5.2:Matriz de Trazabilidad de los requerimientos identificados de acuerdo con los criterios de diseño del formato para la descripción de la actividad.

La matriz de trazabilidad de los requerimientos relaciona a éstos con los campos del formato "Descripción de la actividad" (Ver Figura 4.1) de tal manera que se puede conocer en qué campo se han contemplado dichos requerimientos.

También se ha definido una segunda matriz de trazabilidad para saber qué tareas de desarrollo se relacionan con qué requerimientos, dichas tareas de desarrollo se han elaborado a partir de las historias de usuario generadas para el desarrollo de la exhibición interactiva (Ver Figura 5.3).

		HU1:TD01: Diseñar y crear la estructura básica de la exhibición.	HU1:TD02: Crear interfaz y el escenario para la interacción del visitante con la exhibición.	HU1:TD03: Diseñar y crear los personajes con un diseño distinto o propio.	HU2:TD01: Diseñar la estructura de los mensajes que serán desplegados en pantalla al visitante.	HU2:TD02: Mostrar los mensajes de comandos antes y durante su ejecución.	HU2:TD03: Mostrar los mensajes de restricción.	HU3:TD01: Diseñar y crear la estructura de los elementos seleccionables (puzzles).	HU3:TD02: Crear y diseñar la estructura del tiempo para la exhibición.	HU4:TD01: Agregación de colisión a los lanzamientos.	HU4:TD02: Creación de estructura de los obstáculos.	HU4:TD03: Agregar estados de destrucción a los obstáculos.	HU5:TD01: Detectar colisiones entre un lanzamiento y un personaje.	HU6:TD01: Despliegue de mensajes de termino.	HU7:TD01: Implementación de sonidos en la exhibición.	HU8:TD01: Creación de la clase TuioComponent	HU8:TD02: Utilización de TuioClient para realizar la conexión con el servidor Tuio.	HU8:TD03: Agregación de métodos de gestión de puntos Touch a la clase TuioControl.		
Actividades de Aprendizaje ¿Qué?, ¿Cómo?	RQ01: El número de usuarios para exhibición no excederá de cuatro personas.	↑	↑														↑	↑	↑	
	RQ02: La exhibición deberá dar una experiencia de éxito temprano.	↑						↑		↑			↑				↑	↑	↑	
	RQ03: La exhibición deberá proveer de una participación extendida.	↑						↑	↑		↑	↑	↑				↑	↑	↑	
	RQ04: Se considerará el uso de tecnologías multi-touch.	↑															↑	↑	↑	
Divulgación (aspectos relativos a la actividad de divulgación)	RQ05: El nivel de divulgación con respecto al canal de comunicación será rápido y con respecto al receptor intermedia.	↑			↑	↑	↑							↑			↑	↑	↑	
	RQ06: El mensaje buscará emplear un lenguaje simple, buscando dar a conocer conceptos sencillos, concretos y entendibles de temas referentes a la computación.	↑			↑	↑	↑							↑			↑	↑	↑	
Emociones (Alteración en su estado de ánimo durante su interacción con la exhibición)	RQ07: Durante la interacción del visitante con la exhibición se le deben presentar diseños y animaciones llamativas, así como el uso de sonidos.	↑	↑	↑						↑	↑	↑					↑	↑	↑	
	RQ08: En respuesta al código desarrollado por el usuario al interactuar con la exhibición, las animaciones realizarán las acciones correspondientes.	↑	↑	↑	↑	↑	↑			↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	RQ09: Al buscar cumplir con la meta planteada, el objeto a programar puede obtener ciertos atributos que lo presenten de forma más robusta o llamativa.			↑														↑	↑	↑
	RQ10: Se llevarán a cabo acciones tales como destrucción de objetos y/o robo de puntos.	↑	↑								↑	↑	↑	↑				↑	↑	↑
Cognición ¿Cómo es dado el alcance del conocimiento?	RQ11: Se propone que la exhibición aborde los cuatro estilos de aprendizaje propuestos por McCarthy: Imaginativo, Analítico, Sentido Común y Dinámico.	↑			↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
Experiencias	RQ12: Se Considerar aquellas actividades de aprendizaje que ayuden a generar experiencias enfocadas a la realización de actividades tanto personales como colaborativas	↑	↑	↑				↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	

Figura 5.3: Matriz de trazabilidad de requerimientos en relación con las tareas de desarrollo, correspondientes a determinada historia de usuario.

Dicha matriz muestra los requerimientos asociados a las tareas de desarrollo que se derivan de sus correspondientes historias de usuario, permitiendo conocer en qué tareas de desarrollo el requerimiento con respecto a la historia de usuario fue contemplado.

Finalmente la Figura 5.4 muestra la matriz correspondiente a las pruebas de aceptación llevadas en relación con las tareas de desarrollo, de tal manera que se puede conocer qué pruebas de aceptación fueron llevadas a cabo para cada una de las tareas de desarrollo.

	HU1.TD01: Diseñar y crear la estructura básica de la exhibición.	HU1.TD02: Crear interfaz y el escenario para la interacción del visitante con la exhibición.	HU1.TD03: Diseñar y crear los personajes con un diseño distintivo propio.	HU2.TD01: Diseñar la estructura de los mensajes que serán desplegados en pantalla al visitante.	HU2.TD02: Mostrar los mensajes de comandos antes y durante su ejecución.	HU2.TD03: Mostrar los mensajes de restricción.	HU3.TD01: Diseñar y crear la estructura de los elementos coleccionables (peces).	HU3.TD02: Crear y diseñar la estructura del tiempo para la exhibición.	HU4.TD01: Agregación de colisión a los lanzamientos.	HU4.TD02: Creación de estructura de los obstáculos.	HU4.TD03: Agregar estados de destrucción a los obstáculos.	HU5.TD01: Detectar colisiones entre un lanzamiento y un personaje.	HU5.TD01: Despliegue de mensajes de término.	HU7.TD01: Implementación de sonidos en la exhibición.	HU8.TD01: Creación de la clase TuioComponent	HU8.TD02: Utilización de TuioClient para realizar la conexión con el servidor Tuio.	HU8.TD03: Agregación de métodos de gestión de puentes Touch a la clase TouchControl.
PA01: El visitante puede visualizar la interfaz, el escenario y los personajes de la exhibición.	↑	↑															
PA02: Durante la interacción del visitante con la exhibición, este puede determinar una secuencia de acciones que corresponden a los botones mostrados en la interfaz.	↑	↑															
PA03: El visitante puede escoger entre 4 personajes distintos y las acciones (avanzar, girar y lanzar) corresponden con las características previamente especificadas para cada uno de ellos.	↑		↑														
PA04: El visitante al ejecutar la secuencia de acciones elegida para su personaje, puede visualizar el desarrollo secuencial de dichas acciones, en color azul durante su ejecución.				↑	↑												
PA05: El visitante al ejecutar la secuencia de acciones elegida para su personaje, puede visualizar en color rojo los mensajes de restricción.				↑		↑											
PA06: El visitante puede visualizar los peces y la barra de tiempo durante su interacción con la exhibición.							↑	↑									
PA07: El visitante puede recolectar hasta 3 peces en el escenario. Una vez que logra recolectar un pez, puede visualizar la aparición de otro pez en una posición aleatoria en el escenario.							↑	↑									
PA08: Al recolectar un pez, el visitante puede visualizar en su ventana de comandos de interfaz la cantidad de peces recolectada así como el tiempo restante para recolectar los peces faltantes.							↑	↑									
PA09: El visitante puede visualizar los obstáculos en el escenario durante su interacción con la exhibición.										↑							
PA10: El visitante no puede avanzar si tiene un obstáculo en su camino.									↑	↑							
PA11: El visitante puede destruir el obstáculo al realizar dos lanzamientos hacia este.									↑	↑	↑						
PA12: Una vez destruido el obstáculo, el visitante puede seguir su camino.										↑	↑						
PA13: El visitante puede disminuir los peces de otro jugador al hacer un lanzamiento hacia este y si dicho lanzamiento lo toca.												↑					
PA14: El jugador que recibió el lanzamiento puede visualizar en su ventana de comandos de interfaz la disminución de peces proporcional al número de lanzamientos que lo tocaron.												↑					
PA15: El visitante no puede disminuir el número de peces del otro jugador si este no tiene algún pez.												↑					
PA16: El visitante durante su interacción con la exhibición puede escuchar una música de fondo.														↑			
PA17: El visitante durante su interacción con la aplicación puede visualizar el mensaje "NO TE RINDAS, sigue intentando..."														↑			
PA18: El visitante visualiza dichos mensajes hasta que realiza otra acción en la ventana de comandos de interfaz.														↑			
PA19: El visitante durante su interacción con la exhibición puede visualizar el mensaje "¡FELICIDADES!, acabas de programar un pedazo de código"														↑			
PA20: Al realizar un lanzamiento, el visitante puede escuchar un sonido en consecuencia a dicha acción.														↑			
PA21: Al colisionar un lanzamiento con un obstáculo, el visitante puede escuchar un sonido en consecuencia a dicha acción.														↑			
PA22: Una vez cumplida o no cumplida la meta de la exhibición, el visitante puede escuchar un sonido que hace alusión al resultado de su participación.														↑			
P23: El visitante puede interactuar satisfactoriamente con la exhibición, trabajando con tecnologías multi-touch.															↑	↑	↑

Figura 5.4: Matriz de trazabilidad de las pruebas de aceptación en relación con las tareas de desarrollo.

Mediante el estudio de la trazabilidad de los requerimientos fue posible comprobar que efectivamente la metodología XP modificada permite verificar que dichos requerimientos han sido contemplados durante todo el proceso de desarrollo de la exhibición interactiva, logrando mediante su implementación hacer evidente un grado de calidad del producto final conforme a los requerimientos. Los resultados del estudio de trazabilidad de los requerimientos validan la metodología seguida en este trabajo,, así como las herramientas y técnicas a utilizar para el diseño y desarrollo de las exhibiciones interactivas.

Capítulo 6

Conclusiones

Las contribuciones de esta tesis presentan evidencia de que es posible elaborar exhibiciones interactivas para la divulgación de las ciencias empleando técnicas y herramientas creativas para divulgar la ciencia mediante tecnologías modernas y emergentes, tal es el caso de los dispositivos multi-touch, haciendo evidente la necesidad de buscar lineamientos metodológicos que permitan responder al ¿qué? y ¿cómo? poder elaborar exhibiciones interactivas para la divulgación de las ciencias las cuales permitan lograr en el público un interés y curiosidad por temas referentes a la ciencia.

Las diferentes contribuciones de este trabajo se pueden resumir en :

- La elaboración de una metodología debidamente documentada y organizada que facilitara el entendimiento de cómo se desarrolló la exhibición interactiva, permitiendo con ello la posibilidad de elaborar exhibiciones interactivas con determinado grado de calidad, cuyo diseño y desarrollo pueda ser repetible.
- Aunado a esto, la construcción de un modelo llamado "CAEDI", que permite englobar los aspectos teóricos que convergen para el desarrollo de actividades de aprendizaje para la divulgación de las ciencias en los MICT, el cual presenta una estrategia de diseño que puede ser empleada para el establecimiento de los requerimientos de la exhibición interactiva.
- La formalización de una estrategia de desarrollo, mediante la elaboración de formatos y guías, empleando la metodología XP modificada, útiles para la caracterización de los requerimientos, permitiendo con ello definir los aspectos de diseño y desarrollo que deben ser considerados en la exhibición interactiva.
- El diseño y desarrollo de una exhibición interactiva siguiendo la metodología expuesta en este trabajo de tesis.

- La evidencia de que es posible emplear lineamientos metodológicos que permitan elaborar exhibiciones interactivas para la divulgación de las ciencias, orientadas a lograr en el público un interés y curiosidad por temas referentes a la ciencia, con determinado grado de calidad, cuyo diseño y desarrollo puede ser repetible.

Estos resultados permitieron comprobar que es posible emplear lineamientos metodológicos para el diseño y desarrollo de una exhibición interactiva para la divulgación de la ciencia en los MICT. Se ha encontrado que en efecto la utilización de una metodología para el diseño y desarrollo de exhibiciones interactivas, permite llevar a cabo la elaboración de exhibiciones interactivas para la divulgación las cuales conserven características similares, contemplando aspectos importantes para el diseño de las actividades de aprendizaje, permitiendo que tanto el equipo de diseño como el equipo de desarrollo tengan a su disposición un conjunto de especificaciones, formatos y guías que detallen las características de la actividad de aprendizaje que apoyaran a la realización de la misma.

De la metodología llevada a cabo para el desarrollo de la exhibición interactiva, se ha encontrado que en efecto siguiendo el modelo CAEDI, es posible contemplar desde la etapa inicial del diseño de la exhibición aspectos de diseño referentes a el contexto actual, las actividades de aprendizaje, la divulgación, las emociones, la cognición y la experiencia de aprendizaje, que se han considerado importantes para el propósito que persiguen este tipo de exhibiciones interactivas, y los cuales llegan a ser poco o nada considerados en la actualidad.

Además, el uso de los artefactos derivados del modelo y la metodología XP modificada ofrecen el apoyar y guiar a los interesados en el desarrollo y diseño de actividades de aprendizaje para exhibiciones interactivas en los MICT, aun cuando dichas actividades no vayan orientadas al uso de dispositivos multi-touch, permitiendo el desarrollo de exhibiciones interactivas para la divulgación en los MICT que empleen diferentes tipos de tecnologías.

Aunado a esto, se detectó que dichas técnicas y herramientas empleadas para el diseño y desarrollo de la exhibición interactiva sirven no solo de guía en el proceso de desarrollo de la exhibición, si no que garantizan que durante todo el proceso de desarrollo de la exhibición se contemplen los requerimientos obtenidos derivados de los artefactos,

contemplando en cada fase del desarrollo dichos requerimientos y garantizando con ello determinado grado de calidad .

La presente investigación permitirá ofrecer una alternativa a la actual práctica de diseño y desarrollo de las actividades de aprendizaje para exhibiciones interactivas en los MICT, que a diferencia de las practicas actuales, sigue determinados lineamientos metodológicos, contemplando aspectos referentes a el contexto actual, las actividades de aprendizaje, la divulgación, las emociones, la cognición y la experiencia de aprendizaje, así como el uso de técnicas y herramientas de desarrollo, permitiendo al equipo de diseño y desarrollo mantener un enfoque integral durante el proceso completo de desarrollo de la exhibición interactiva, de manera que esta pueda llegar a ser eficiente para el propósito de divulgación para el que fue creada.

6.1 Trabajo a Futuro

Finalmente, durante la realización de las diferentes etapas del presente trabajo se identificaron algunas posibles líneas de investigación que no fueron abordadas, pero que su exploración proporcionaría datos valiosos acerca de diferentes aspectos derivados del presente trabajo de tesis:

- Evaluar la percepción del visitante con respecto a la experiencia de uso con la exhibición interactiva. Tal evaluación permitirá contrastar la eficiencia en cuanto a la experiencia de uso de las interfaces y las características generales de la exhibición. En caso de que a partir de la evaluación surgieran aspectos que mejorar, se podría llevar a cabo un rediseño de la interfaz y de las características de la exhibición.
- Emplear la metodología expuesta en este trabajo de tesis para la elaboración de una exhibición interactiva basada en una tecnología diferente a la multi-touch, esto con el fin de colaborar la posibilidad de emplear la metodología seguida en este trabajo para el diseño y desarrollo de exhibiciones interactivas que empleen otro tipo de tecnología.

- Evaluar el impacto de la exhibición interactiva con respecto al interés fomentado entre los usuarios con relación al área de la computación, a partir de una serie de sesiones con diferentes grupos de visitantes, antes y después de llevar a cabo la actividad de aprendizaje.

Anexo A

A.1: Descripción de la actividad

Campo	Descripción
Actividad	
Descripción	
Objetivo educativo	

A.2: Artefacto desarrollado en base al "modelo para el diseño de actividades de aprendizaje basado en el aprendizaje experiencial y las exhibiciones interactivas".

Mundo exterior (4.1) ¿Dónde?, ¿Qué?, ¿Cómo?						Mundo Interior (4.2) ¿Cómo se generaría el conocimiento? (Razonamiento y el cambio producido por la experiencia de aprendizaje)					
Contexto Actual ¿Dónde? (4.1.1)		Actividades de Aprendizaje ¿Qué?, ¿Cómo? (4.1.2)		Divulgación (Aspectos relativos a la actividad de Divulgación) (4.1.3)			Emociones (Alteración en su estado de ánimo durante su interacción con la exhibición) (4.2.1)		Cognición (¿cómo es dado el alcance del conocimiento?) (4.2.2)		
Personal	Externo	Características de las exhibiciones interactivas (4.1.2.1)	Estrategias (4.1.2.2)	Niveles de Divulgación (4.1.3.1)		Características del mensaje (4.1.3.2)	Facilitador (4.1.3.3)	Emociones positivas y negativas	Estrategias	Proceso cognitivo (4.2.2.1)	Estilos de Aprendizaje (4.2.2.2)
				Canal de Divulgación	Receptor	Mensaje					
				<input type="radio"/> Rápida <input type="radio"/> Mediana <input type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Simple <input checked="" type="radio"/> Intermedia <input type="radio"/> Especializada <input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Comunicación de los resultados y aspectos útiles de la investigación. <input type="radio"/> Comunicación del significado del descubrimiento y el procedimiento. <input type="radio"/> Explicación científica del hecho presentado y dirigido a la comunidad científica. <input type="radio"/> Ninguno					
¿Cuándo, con quién y en qué circunstancias contextuales actuales (personales y/o externas) relacionadas con la educación el aprendizaje tiene lugar?	¿Cuáles características de las exhibiciones interactivas, serán consideradas en dicha exhibición para el desarrollo de las actividades?	¿Cuáles son los aspectos más importantes a considerar para poder llevar a cabo la divulgación de las ciencias considerando el público al que va dirigido?	¿Cuál es el nivel o los niveles de divulgación buscados en dichas exhibiciones interactivas?	¿Cuáles características del mensaje se considerarán?	¿Cuáles facilitadores serán considerados?	¿Cuáles alteraciones de ánimo son deseable durante el uso de la interacción por parte del visitante con la exhibición?	¿Cómo se pueden lograr esas alteraciones de ánimo?	¿Qué estilos de aprendizaje serán consideradas en el desarrollo de la actividad de aprendizaje para las exhibiciones interactivas en los MICT?			
¿Que desearían hacer actualmente los alumnos en los MICT considerando su contexto actual?	¿Qué tipo de TIC de emplearán para el diseño de dichas actividades?										

Referencias

Adams, R. y Hannaford, B.1999. Stable Haptic Interaction with Virtual Environments, IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 15, no.3.

Alonso, C.; Gallego D.; Honey, P. 1994. Los Estilos de Aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora. Ediciones Mensajero. Bilbao, España.

Andrade, M. (2012). Desarrollo, implementación y evaluación de objetos de aprendizaje en cursos formales de matemáticas del nivel superior. Tesis de Maestría, Programa de posgrado en ciencias de la computación, CICESE. pp. 19-21

Arnold, M. 1960. *Emotion and personality. Vol. I: Psychological aspects*. New York: Columbia University Press.

Ausubel, D. 1973. Psicología educativa. México: Trillas.

Bear, C. 2010. The Experiential Learning Toolkit: blending practice with concepts. Kogan Page Limited (Ed). Great Britain and the United States.p.290.

Beck, K.1999. "Extreme Programming Explained. Embrace Change", Pearson Education. Traducido al español como: "Una explicación de la programación extrema. Aceptar el cambio", Addison Wesley, 2000.

Bretz, R (1972).A taxonomy of communication media.The rand corporation.United State of America. pp. 17-18. [En línea]. Extraído el 8 de Abril del 2013 desde http://books.google.com.mx/books?id=4hdK-Ve2tI0C&printsec=frontcover&dq=what+is+communication+media&hl=en&sa=X&ei=42FfUdvqEKqYiAKchIH4Dg&redir_esc=y#v=onepage&q=what%20is%20communication%20media&f=false.

Bunge, M. (sin año). La ciencia.Su método y su filosofía. [En línea]. Extraído el 26 de Marzo de 2013 desde http://www.maestriaoeapifj.org/maestria/curso/material/u6/Lecturas/La_ciencia_Mario_Bunge.pdf

Combariza, X. 2005.Reflexiones sobre la facilitación del aprendizaje experiencial. [En línea]. Extraído el 21 de Noviembre del 2011 desde <http://www.funlibre.org/EE/XCombariza.html>.

CyH.(2007).Ciencia y el Hombre. Editorial.Revista de divulgacion científica y tecnologica de la universidad de Veracruz. XX(3). [En línea]. Disponible en: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol20num3/editorial.html>. [2013, 26 de Marzo]

Dale, E. 1969. The Cone of Learning. [En línea]. Extraído el 27 de Septiembre desde http://www.percepsys.com/images/Percepsys_SIMSTUDIO.pdf.

Dewey, J. 1938. Experiencia y Educación. Coller (Ed.). New York

Despina Michael et al. (2010). Comparative Study of Interactive Systems in a Museum. M. Ioannides (Ed.): EuroMed 2010, LNCS 6436, pp. 250–261.

Diaz, H.(2005). Divulgación y difusión de la ciencia. [En línea]. Extraído el 26 de Marzo del 2013 desde http://www.cienciateca.com/divulgacion_hugodiaz.html

Gammon, B. 1999. How do visitors use computer exhibits?. [En línea]. Extraído el 5 de Octubre del 2011 desde http://www.big.uk.com/knowledgebase/exhibits/computer_based_exhibits_v1.htm.

Garcia, A. (2009). Museo sol del niño. Informe 2009. Reporte técnico. p.19

Hernando, C. 1997. Primer Congreso Iberoamericano de Periodismo Científico, 1977. Pág. 81.

Hornecker, E. y Stifter, M. 2006. Learning from Interactive Museum Installations about Interaction Design for Public Setting. Sydney, Australia.

Illeris, K. 2002. The Three Dimensions of Learning. Krieger Publishing (Ed.). Florida.
ITESM (2010). Instituto Tecnológico de Monterrey, Un modelo educativo centrado en el aprendizaje. [En línea]. Extraído el 12 de Febrero del 2012 desde http://sitios.itesm.mx/va/dide/modelo/libro/capitulos_espanol/pdf/cap_2.pdf.

Izard, C. 1991. *Psychology of emotions*. New York: Plenum.

Jarvis, P. 2004. Adult Education and Lifelong Learning: Theory and Practice. 3rd edn, Routledge/Falmer (Ed.). London.

Johnson, R. & Foote, B. (1988). Journal of object-oriented programming. SIGS Publications, Denville, NJ, USA.

Kolb, D. 1984. Experiential learning: experience as the source of learning and development. Prentice Hall (Ed.). New Jersey.

Lazarus .1991. Emotion and adaptation. [En línea]. Extraído el 14 de Noviembre del 2011 desde <http://generallythinking.com/research/lazarus-1991-emotion-and-adaptation/>

Letelier P., Canós, J.H. and Sánchez E.A. 2003. Working with Extreme Programming in a Software Development Laboratory. Aceptado en la 15th Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE 2003, San Francisco.

León, B. 1999. El documental de divulgación científica. Paidós Ibérica (Ed.). Barcelona, España. [en línea]. Extraído el 10 de Noviembre del 2011 desde <http://books.google.com.mx/books?id=UNiXpPldB84C&pg=PA40&lpg=PA40&dq=cu+al+es+la+diferencia+entre+enunciado+cientifico+y+enunciado+divulgativo> .

McCarthy, B. 1987. Sistema de Estilos de Aprendizaje

McLean, K. 1993. Planning for people in museum exhibitions. Washington, Association of Science-Technology Centers.

McDougall, W. 1926. *An introduction to social psychology*. Boston: Luce.

Michael, D., Pelekanos, N., Chrysanthou, I., Zaharias, P., Hadjigavriel, L. y Chrysanthou, Y. 2010. Comparative Study of Interactive Systems in a Museum. [En línea]. Extraído el 1 de Octubre del 2011 desde <http://www.euromed2010.eu/e-proceedings/content/full/250.pdf>.

Padilla, J. (sin año). El concepto de centro interactivo de ciencias. [en línea]. Extraído el 27 de Marzo desde http://www.concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/17022006_CONCEPTO_CENTRO_INTERACTIVO_CIENCIAS.pdf

Padilla, J. (2011). Diseño, construcción y operatividad de exhibiciones interactivas. [En línea]. Extraído el 27 de Marzo del 2011 desde <http://www.redpop.org/redpopasp/paginas/pagina.asp?PaginaID=36>

Piaget, J. 1969. Psicología y Pedagogía.

Piaget, J. y Garcia, R. 1971. Les explications causales. París: Du seuil. Trad. Cast. de Elena R. Poliza: Las explicaciones Causales. Barcelona: Barral, 1973. [En línea]. Extraído el 28 de Septiembre desde <http://www.uniliber.com/ficha.php?id=1438872>.

Read, J.C., MacFarlane, S.J. (2000). Measuring Fun. Computers and Fun 3, York, England.

Rodas, M. 2001. Aprendizaje Experiencial. [En línea]. Extraído el 21 de Noviembre desde <http://www.amauta-international.com/AprendizajeExperiencial.htm> .

Tomkins, S. 1984. Affect theory. In K. R. Scherer & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Screven, C. G. 1974. Instructional Design. Museum News, pp. 67-75.

Vygotsky, L. 1986. Pensamiento y lenguaje. La Pléyade (Ed). Buenos Aires. pp. 3-10.

Vygotsky, L. 1993. *Obras Escogidas II*. Madrid: Visor.

Weber, G.(1998). La divulgación de la ciencia como apoyo a la educación escolar. Tesis de maestría, comisión de investigación y posgrado, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Extraído el 26 de marzo del 2013 desde <http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icshu/maestria/documentos/La%20divulgacion%20de%20la%20ciencia.pdf#page=84&zoom=auto,0,651>.