



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Modelo para el fortalecimiento del trabajo
interdisciplinar entre ingenieros y
artistas en el desarrollo de experiencias
interactivas digitales**

Autor

Pablo Andrés Pulgarín Herrera

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Medellín, Colombia
2021**



Modelo para el fortalecimiento del trabajo interdisciplinar entre
ingenieros y artistas en el desarrollo de experiencias interactivas
digitales

Pablo Andrés Pulgarín Herera

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial
para optar al título de:
Maestría en Ingeniería

Asesores (a):

Oscar Ortega Lobo Ph.D

Isabel Cristina Restrepo Ph.D

Línea de Investigación:

Sistemas

Grupo de Investigación:

Simulación de Comportamientos de Sistemas (SICOSIS)
Hipertrópico

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Medellín, Colombia

2021

Índice

Modelo para el fortalecimiento del trabajo interdisciplinar entre ingenieros y artistas en el desarrollo de experiencias interactivas digitales	0
Índice	1
Resumen	5
Palabras clave:	6
Introducción	7
Proceso de investigación	9
Estructura de la tesis	12
Un Marco para las Experiencias Interactivas Digitales	14
Lo Digital	16
La Interactividad	21
Las Experiencias Estéticas	24
Los Interactores	26
Los Artefactos Interactivos Digitales	29
Las Experiencias Interactivas Digitales (ExId)	31
La Interdisciplinariedad en las ExId	33
Los Estudios Encontrados	37
Modelo desde Human Computer Interaction (HCI)	38
Modelos Centrados en el Usuario	40
Modelo desde los videojuegos digitales	42
Modelo desde la educación	45
Modelos para el estudio de la interacción del arte con la tecnología digital	46
Consideraciones para el Desarrollo de ExId	51
Estudio de Caso	57
Instrumentos	59
Una Base de Datos:	59
Instrumento de Observación de las ExId:	60
Tabla comparativa:	60
GrupLACs:	61
Búsqueda por palabras clave:	61
Instrumento para la observación de las ExId en la Academia	63
Actividades Clave y Dimensiones	63
Niveles de Madurez en el desarrollo de ExId	65
Ad-Hoc (Nivel I):	66
Oportunista (Nivel II):	66

Consistente (Nivel III):	67
Predecible (Nivel IV):	68
Optimizado (Nivel V):	69
Los indicadores	70
Validación del instrumento	73
El Contexto	74
Los Casos	77
Caso 1 Facultad de Ingeniería	78
Ingeniería ambiental	78
Ingeniería eléctrica, electrónica e informática	78
Ingeniería de materiales	79
Ingeniería Mecánica	79
Ingeniería Médica	79
Ingeniería Química	79
Otras ingenierías y tecnologías	79
Caso 2 Facultad de Artes	80
Las Unidades de Análisis	81
Unidades de Análisis Caso 1 FACULTAD DE INGENIERÍA	82
Motus Experiencias Interactivas. 2009	82
Remote Touch Interaction with Stereoscopic Visualization. 2014	82
Desarrollo de un dispositivo no invasivo, portátil y de costo mínimo para medición de reactividad vascular dactilar en población general, empleando procesamiento digital de imágenes. 2014	83
Systemic archetypes use to developing an interactive software: A children with moderated autism case. 2015	83
Unidades de Análisis Caso 2 FACULTAD DE ARTES	85
Interactividad y Realidad Aumentada. 2011	85
Imagen Digital y Educación Artística: una propuesta pedagógica. 2010	86
Alfabetización digital a través de una multimedia educativa para el desarrollo de competencias artísticas y ciudadanas en la primera infancia. 2015	87
Títeres Humanos y Máquinas. 2018	87
Análisis de los Datos y Resultados	89
Interpretación de resultados	91
Fortalezas de la UdeA	92
Problemas encontrados en la UdeA	93
-Problemas en la administración	95
-Problemas de usabilidad	96
-Problemas del Rendimiento de la Experiencia	97

Consideraciones para el desarrollo de ExId en la universidad	98
Modelo para el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales	101
Las partes del modelo	103
Las Entradas	104
Objetivos del Desarrollo	104
Los Recursos del Desarrollo	105
Recurso Humano (RH)	106
Recurso Técnico (RTcn)	106
Recurso de Tiempo (RTmp)	106
Recurso Presupuestal (RP)	106
Los Roles	106
Líderes (ldr)	107
Administradores (Adm)	107
Interesados (Idos)	107
Interactores (Intr)	108
Creadores (Crd)	108
Las Unidades	111
Unidad de Rendimiento	111
Unidad de Dirección	112
Unidad de Diseño	113
Unidad de Desarrollo	113
Unidad de Usabilidad	114
Las Salidas	115
Proceso de desarrollo de ExId	116
Preproducción	117
-El Documento Guía	118
Producción	119
-El artefacto interactivo	121
Posproducción	122
-Las ExId	124
Unidades en cada etapa	125
Unidad de Rendimiento	126
Unidad de Dirección	128
Unidad de Diseño	130
Unidad de Desarrollo	132
Unidad de Usabilidad	135
Evaluación del Modelo para el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales (Mdxd)	139
Apreciaciones de la estructura y el funcionamiento del modelo en la evaluación	142

¿Reconoce otros elementos que considere claves en el desarrollo de experiencias interactivas digitales?, ¿cuáles?	142
Si considera que algunos de los elementos del modelo no son necesarios para el desarrollo de experiencias interactivas digitales, indique ¿Cuáles y por qué?	144
Si considera que algunos de estos elementos en los procesos no son necesarios para el desarrollo de experiencias interactivas digitales, indique ¿Cuáles y por qué?	146
¿Reconoce otros elementos que considere claves en los procesos de desarrollo de experiencias interactivas digitales?, ¿cuáles?	147
Valoración Global del Modelo	149
De acuerdo a su conocimiento en el desarrollo de experiencias interactivas digitales, ¿considera apropiado el modelo?	149
Cambiaría algo del modelo presentado, ¿qué y por qué?	150
Valoración Cuantitativa	152
Anotaciones de la valoración cuantitativa	155
Conclusiones	156
Objetivo específico 1: Analizar el desarrollo de experiencias interactivas en las Facultades de Ingeniería y Artes de la UdeA.	157
Objetivo específico 2: Desarrollar un modelo para creación de experiencias interactivas digitales ajustado a los requerimientos interdisciplinarios de las Facultades de Ingeniería y Artes de la Universidad de Antioquia.	159
Objetivo específico 3: Evaluar el modelo resultante.	160
Bibliografía	162

Resumen

En instituciones académicas como colegios y universidades se están desarrollando experiencias interactivas con el uso de herramientas digitales, estas experiencias, dadas sus múltiples posibilidades, requieren de trabajo interdisciplinar para lograr resultados más allá de prototipos, generando productos de valor para la academia. Particularmente, en la Universidad de Antioquia ésto no siempre se logra, ya que en el desarrollo de estas experiencias el desbalance del conocimiento entre los diversos aspectos implicados, como el estético y el funcional, puede generar dificultades en los desarrollos, afectando la gestión de los recursos disponibles y la calidad de los resultados finales.

La presente investigación aborda el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales en la academia, a partir de tres partes principalmente: el levantamiento de un marco teórico alrededor de esta experiencias, el diseño y aplicación de un estudio de caso sobre el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales en la Universidad de Antioquia, y, a partir de lo anterior, la creación de un modelo de trabajo interdisciplinar para el desarrollo de estas experiencias en la academia.

Con el marco teórico en torno a las Experiencias Interactivas Digitales se definen éstas, se ilustra como pueden trabajar de forma interdisciplinar ingenieros y artistas en estos desarrollos y se comparten estudios que se encuentran cercanos al desarrollo interdisciplinar de este tipo de experiencias, a partir de lo cual se presentan consideraciones para la creación del modelo de desarrollo que se crea en esta investigación.

Una vez obtenido este marco teórico se aborda el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales en la Universidad de Antioquia a través de un estudio de caso. En este estudio se propone un instrumento para observar el desarrollo de tales experiencias en la Universidad y con él se analizan proyectos de las Facultades de Ingeniería y Artes en los cuales se desarrollaron experiencias de este tipo, ésto con el fin de identificar dificultades y logros tanto de ingenieros como artistas en estos trabajos.

Las fortalezas y debilidades identificadas en el estudio de caso, junto al marco teórico, sirven de guía para el desarrollo de un modelo de trabajo interdisciplinar entre ingenieros y artistas para la creación de Experiencias Interactivas Digitales. Este modelo es evaluado por expertos, son presentados los resultados, las observaciones de éstos y las discusiones dadas a partir de allí. Los resultados señalan que el modelo contempla los componentes clave en el diseño y desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales, ayuda a organizar, planear, controlar y evaluar este tipo de proyectos con efectividad, además de aportar a la solución de los problemas identificados en el Estudio de Caso.

Palabras clave:

Ingeniería, artes, digital, experiencia, interactividad, artefacto, interdisciplinariedad, transdisciplinar, modelo.

Introducción

Desde finales del siglo XX los desarrollos informáticos se han venido incorporando en las actividades comunes de la sociedad en general, cada día más seres humanos se relacionan con estas tecnologías interactuando con ellas en su cotidianidad. Las posibilidades que brinda trabajar con las tecnologías informáticas han llevado a individuos de áreas del conocimiento tan diversas como ingenieros y artistas, a explorar de manera individual y conjunta la creación de artefactos que en tiempo real permiten e invitan a vivir experiencias de interacción activa con ellos. Los interesados en el desarrollo de este tipo de experiencias difícilmente pueden abarcar desde una sola disciplina el corpus de conocimiento necesario para diseñarlas y desarrollarlas a cabalidad, lo que hace relevante el trabajo interdisciplinar en el desarrollo de *Experiencias Interactivas Digitales* (ExId).

En las Facultades de Ingeniería y Artes de la Universidad de Antioquia (UdeA) actualmente se dan diversos acercamientos al desarrollo de experiencias interactivas con tecnologías digitales, sin embargo, en muchas ocasiones en las que se aborda el desarrollo de estas experiencias en la academia, no se tienen claros los procedimientos, ni los diversos conocimientos necesarios, lo que dificulta llevar las experiencias en desarrollo hasta el término proyectado y afecta tanto la gestión de los recursos como el desarrollo académico de los proyectos. Además el hecho de que en muchas ocasiones se requiera integrar actores de distintas disciplinas en estos desarrollos, genera en algunos proyectos dificultades en el aspecto comunicativo.

Al considerar el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales en la Universidad de Antioquia surgen preguntas que direccionan esta investigación:

¿Qué experiencias de desarrollo interdisciplinar se han dado en las Facultades de Ingeniería y Artes?

¿Qué logros y dificultades se han obtenido tanto por los artistas como los ingenieros al trabajar de manera interdisciplinaria?

¿En qué se diferencian y/o parecen los artistas y los ingenieros al trabajar interdisciplinariamente?

¿Qué modelos de trabajo se adoptan para estos desarrollos?

¿Cómo facilitar el trabajo interdisciplinar entre ingenieros y artistas?

Por lo tanto en esta investigación se proyecta aclarar un marco de estudio en torno a las ExId, caracterizar el desarrollo de estas experiencias en las Facultades de Ingeniería y Artes, y acorde a lo encontrado, crear un modelo para el desarrollo interdisciplinar de experiencias interactivas digitales en la academia. Para el logro del anterior objetivo se trazan los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el desarrollo de experiencias interactivas en las Facultades de Ingeniería y Artes.
- Desarrollar un modelo para creación de experiencias interactivas digitales ajustado a los requerimientos interdisciplinarios de las Facultades de Ingeniería y Artes de la Universidad de Antioquia.
- Evaluar el modelo resultante.

Proceso de investigación

En este estudio se aborda el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales como un problema que comprende aspectos de distintas disciplinas, principalmente Ingeniería y Artes, por lo cual desde la perspectiva dada por Max-Neef (1993) esta investigación de forma general es una mirada transdisciplinar¹ sobre el desarrollo de ExId, en cuanto presenta una solución con miras a alcanzar un mayor entendimiento de un problema, más allá de los ámbitos esbozados por una sola disciplina. También puede considerarse transdisciplinar en cuanto representa un “movimiento hacia la superación de los límites entre las especialidades cerradas y jerarquizadas” (Vassallo de Lopes, 2001, p.53).

Esta mirada transdisciplinar con miras a abordar un problema interdisciplinar como lo es el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales, generó dudas y dificultades metodológicas en esta investigación. A continuación se ilustra en la figura i.1 el esquema general que siguió el presente estudio.

¹ Mientras que el lenguaje de una disciplina puede limitarse a describir algo (un elemento aislado, por ejemplo), puede resultar necesaria una actividad interdisciplinaria para explicar algo (una relación entre elementos). Por la misma razón, para entender algo un sistema, como se lo interpreta por otro sistema de mayor complejidad) se requiere una participación personal que vaya más allá de las fronteras disciplinarias, convirtiéndola así en una experiencia transdisciplinaria. Manfred Max-Neef (1993). *Desarrollo a escala humana*.

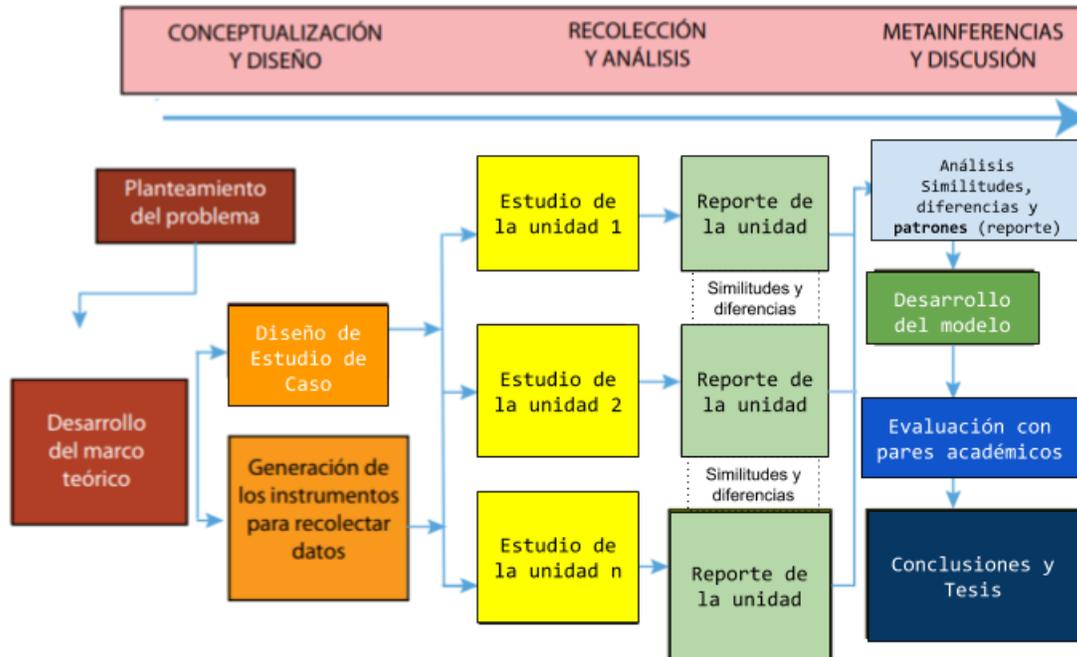


Fig 0.1: Esquema general de la investigación, variación de la secuencia de un diseño de casos múltiples de Hernández, et al. (2014).

En este estudio se construyó un marco teórico alrededor de las experiencias interactivas digitales, en el cual se presenta su desarrollo como un problema que convoca diferentes disciplinas, lo que lleva a señalar la pertinencia del trabajo interdisciplinar de ingenieros y artistas como una forma de facilitar los desarrollos de estas experiencias, además se indaga por modelos de trabajo interdisciplinarios para el desarrollo de éstas.

Para la elaboración del marco teórico se hizo un rastreo bibliográfico en bases de datos indexadas, esta búsqueda permitió definir las experiencias interactivas abordadas en este estudio, aclarar conceptos como interdisciplinariedad, interactor, experiencias, artefactos interactivos digitales, entre otros. Por lo que puede considerarse en parte este estudio como una investigación bibliográfica o documental, de carácter transversal que contempla una ventana de estudio entre el 2006 y el 2016.

Dado que no se encontraron particularmente modelos de trabajo interdisciplinar para el desarrollo de ExId durante la búsqueda bibliográfica, se abordan los estudios más cercanos a estas experiencias, principalmente modelos desde los videojuegos y el estudio de la *Interacción de Humanos con Computadores* (HCI).

Para estudiar el trabajo interdisciplinar de ingenieros y artistas de la UdeA en el desarrollo de experiencias interactivas digitales, se diseña y lleva a cabo un estudio de caso. Por el uso del Estudio de Caso aplicando un método inductivo puede verse esta investigación también como no-experimental. Las unidades de análisis de este estudio se abordan con un instrumento diseñado para la observación de ExId, el cual permite usar tanto datos cuantitativos como cualitativos, y es construido a partir de la literatura abordada en el marco teórico. Este instrumento es validado a través de la revisión de expertos temáticos y metodológicos, además de una prueba con pares académicos. Después de esto es corregido y usado para identificar las fortalezas y los principales problemas en los desarrollos de ExId de ingenieros y artistas de la UdeA.

Con este estudio de caso no se encuentran explícitamente modelos de trabajo interdisciplinar en los desarrollos de ExId vistos, sin embargo se logran identificar tanto fortalezas como problemas en el desarrollo de estas experiencias. Particularmente los problemas se encuentran en aspectos como la administración de recursos, la usabilidad y el rendimiento de las experiencias.

Las fortalezas y debilidades identificadas en el estudio de caso, junto al marco teórico presentado sirven de guía para el desarrollo de un modelo de trabajo interdisciplinar entre ingenieros y artistas para la creación de ExId en la academia, el cual trata los componentes y los procesos de estos desarrollos como un sistema modular. Para facilitar a los actores de

distintas disciplinas su entendimiento y aplicación, el funcionamiento del modelo es presentado usando Notación de Procesos de Negocio (BPMN² 2.0), ya que esta notación proporciona un estándar para la comunicación de procesos.

Finalmente el modelo es evaluado por expertos, a los cuales se les presenta éste a través de un formulario digital. La evaluación permitió recibir observaciones en relación al modelo y a su contribución al mejoramiento de los aspectos problemáticos identificados en el estudio de caso. En general los resultados dan muestra que hay consistencia en la estructura y funcionalidad del modelo, que éste aborda de manera global los requerimientos básicos para el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales y plantea un marco de trabajo que permite extender o complejizar las funciones y componentes de acuerdo a los requerimientos del desarrollo de cada experiencia. Por lo que en general el modelo facilita a los académicos, especialmente ingenieros y artistas, el trabajo interdisciplinar para la creación de experiencias interactivas digitales.

Estructura de la tesis

Dado que en el rastreo bibliográfico para el marco teórico no se encontró una definición acorde a las experiencias que se abordan en este estudio, en el Primer Capítulo se esclarecen las experiencias que aquí se estudian, aquellas en las cuales intervienen en tiempo real los individuos y dispositivos digitales, creaciones que definimos como *Experiencias Interactivas Digitales, ExId*. Luego se esclarece que los conocimientos e instrumentos necesarios para desarrollar a cabalidad estas

experiencia son tan diversos que pocas veces se encuentran en una sola área del conocimiento, por lo que se sugiere para estos desarrollos el trabajo interdisciplinar entre ingenieros y artistas. Y finalmente, como no se hallaron específicamente métodos, metodologías, técnicas o modelos de trabajo para el desarrollo interdisciplinar de ExId, se comparten los estudios más relevantes y sus aportes al modelo que se propone en esta investigación.

La pertinencia del Estudio de Caso para analizar el desarrollo de ExId en la Udea es presentada en el Segundo Capítulo junto a su diseño, implementación y resultados. Particularmente para la documentación y análisis de la información obtenida en el Estudio de Caso, a partir de lo expuesto en el marco teórico se crea un instrumento que facilita el estudio de este tipo de experiencias.

Con los resultados del estudio de caso y el marco teórico, en el Tercer Capítulo se presenta el modelo modular para el desarrollo interdisciplinar de ExId, sus partes y etapas.

En el Cuarto Capítulo se comparte la evaluación por expertos del modelo propuesto, se presentan los resultados y las discusiones dadas a partir de las observaciones de los expertos.

Finalmente en el Quinto Capítulo se ofrecen las conclusiones del presente estudio.

Capítulo 1: Un Marco para las Experiencias Interactivas Digitales

Este estudio presenta un marco de referencias para las experiencias interactivas digitales. Aquí se muestra la tecnología digital como una herramienta para todas las áreas del conocimiento y se ilustra cómo esta tecnología sugiere un vínculo entre la ingeniería y el arte; se esclarece el tipo de interactividad que se aborda en este estudio; se señala el papel clave que juegan las emociones en las experiencias estéticas; se aclara el papel de los usuarios, quienes son llamados *interactores* de las experiencias; se definen los artefactos interactivos digitales; y a partir de lo anterior, se ilustra lo que este estudio aborda como Experiencias Interactivas Digitales (ExId). Una vez definido el objeto de estudio, se señala la pertinencia del trabajo interdisciplinar entre ingenieros y artistas en estos desarrollos. Se exponen los modelos de estudio y desarrollo que se encontraron cercanos a las ExId y finalmente a partir estas referencias se comparten consideraciones para el desarrollo de ExId.

Para el desarrollo de este marco de referencias cercanas al estudio de las ExId, se partió de diferentes recursos tales como artículos de revistas, libros, entrevistas, conferencias e investigaciones, entre otros. Se buscaron principalmente documentos que trataran métodos, metodologías, técnicas, modelos o teorías de desarrollo de proyectos interdisciplinarios, que

involucraran experiencias interactivas digitales, dando énfasis a aquellos que se presentaban en el marco de procesos de educación formal en ingeniería o artes. Se consultaron bases de datos relacionadas con áreas afines a la ingeniería, ciencias sociales y ciencias humanas, específicamente: Access, Dialnet, IEEE, Scielo, Scopus y Springer. Si bien se buscó en una ventana de referencia que comprende la década de 2006 a 2016, la información allí encontrada llevó a otras fuentes de información previas que también, de acuerdo a su pertinencia, son consideradas en este estudio.

Lo Digital

Con manos y dedos se empuñan herramientas y se pulsán teclas para materializar las máquinas que ahora funcionan con una lógica que les quitó de la punta a los dedos la primera acepción del término *digital*. Hoy día, en primera instancia, a lo que nos remite esta palabra es a aquellos aparatos cuyo funcionamiento básico está constituido por dos dígitos de un sistema binario, normalmente ilustrados por los instrumentos de las matemáticas con unos (1) y ceros (0). Esta tecnología lograda por el ingenio del hombre, difiere de otras, ya que no es únicamente otra ventana para dar una mirada al mundo que nos rodea, ella es en sí misma una manera de concebir mundos, donde los límites se rompen a diario, tanto en las opciones de usos de las herramientas disponibles, como en la creación de nuevas herramientas. De modo que el horizonte de los alcances de la informática deja ver un espacio en expansión hacia las infinitas direcciones que nos permite el intelecto.

Con el bit hemos creado algo así como un átomo en su acepción más prima; tenemos una partícula única e indivisible que permite posibilidades de crecer y crear en tan infinitas proporciones como el mismo universo. Todo aquello que requiere para su funcionamiento instrucciones binarias de ceros y unos, hace parte del “Universo Digital”. Este universo puede ser el punto de partida para elementos que ocuparán un espacio físico, gracias a diversidad de actuadores³ de gran precisión, dispositivos como

³ Se trata de elementos que ejercen de interfaces de potencia, convirtiendo magnitudes físicas, normalmente de carácter eléctrico en otro tipo de magnitud que permite actuar sobre el medio o proceso a controlar.

proyectoras de video, reproductores de audio, cortadoras de distintos materiales e impresoras en dos y tres dimensiones, entre otros. También gracias a la enorme variedad de sensores se hace cada vez más fácil partir de la materia, llevarla a los bits y convertirla en información que podemos usar con las computadoras. Ahora es posible digitalizar textos, gráficos, sonidos, movimientos, objetos, espacios, emociones, etc. Además, en el “Universo Digital” podemos crear productos que sólo existen allí, en sus espacios virtuales.

En gran medida, parte de la magia del “Universo digital” que crece a nuestro alrededor, está en que allí la información puede llegar al ritmo de la búsqueda de conocimiento y el rizomático universo de los sesos empieza a encontrar un espacio paralelo, donde la información puede ser obtenida a través de particulares e hipertextuales lecturas que permiten obtener oportunamente las partes de un todo en construcción, sea éste tal vez un concepto, una idea o una obra. Levy (1998), en su libro *Qué es lo virtual*, también señala esta aproximación de la siguiente manera:

El hipertexto, el hipermedia o el multimedia interactivo siguen, pues, un antiguo proceso de artificialización de la lectura. Si leer consiste en seleccionar, en esquematizar, en construir una red de llamadas internas al texto, en asociar a otros datos, en integrar las palabras y las imágenes en una memoria personal en permanente reconstrucción, entonces los dispositivos hipertextuales constituyen incontestablemente una especie de objetivación, de exteriorización y de virtualización de los procesos de lectura. (Levi, 1998, p.32)

También en lo físico y no sólo en su funcionamiento, nuestro cerebro presenta parecidos con la computadora, en el libro

Processing: Creative Coding and Generative Art in Processing 2, Greenberg, Xu y Kumar (2013) anotan al respecto:

En vez de un complejo grupo de transistores, nosotros tenemos una red de neuronas. La neurona individual puede considerarse análoga al transistor. En lugar de puertas, las neuronas usan algo llamado potencial de acción. Éste, al igual que las puertas de los transistores, es controlado por un impulso eléctrico, que determina cuando la neurona transmite información o se activa. Es una respuesta de todo o nada, como una puerta abierta o cerrada. (Greenberg, Xu y Kumar, 2013, p.6)

Todo lo que se trabaja con medios digitales son representaciones numéricas, ya sea que se originen desde cero en un computador o que se digitalicen de algún modo. Estos elementos que Lev Manovich (2002) llamó “Nuevos Medios”, pueden ser descritos por una función matemática y ser sometidos a una manipulación algorítmica, lo que los hace programables y aunque ésta parece ser una tarea sólo de ingenieros, sin embargo, gracias a lo anterior estos Nuevos Medios obtienen la que según Watz (2011) es su cualidad esencial, su plasticidad. Lo cual hace un llamado a los artistas, quienes ven esta condición ideal en su trabajo. Esta plasticidad de los Nuevos Medios expande las posibilidades de hibridación incluso más allá de lo que pueden ilustrar las palabras de Higgins (2007) cuando dice:

Las áreas de nuestra experiencia han asumido sus propias relaciones dialécticas. Pintar ha dejado de ser una cuestión de pintura sobre lienzo en el mundo del arte, sino que pintar ha migrado abstrayendo sus bases tradicionales, entrando al mundo exterior, interactuando y fusionándose con otros medios para crear poesía visual, música

visual [entre otra infinidad de mezclas,] convirtiéndose éstos a su vez en nuevos medios capaces de migrar aún más en el futuro. Nuestro sentido de la música es modificado por la penetración del arte visual. Y también de igual modo con las demás artes.(Higgins, 2007, p.20)

Hoy día se encuentran al alcance de muchos, estas tecnologías digitales que hacen uso de la infinidad de aplicaciones que el hombre ha podido dar a la forma más popular de organización, el simple y eficiente bit. Los medios digitales, al igual que otros avances tecnológicos previos, han permitido al hombre escapar a las determinaciones orgánicas y físicas del universo material que lo rodea. Las tecnologías actuales de la informática digital llevada a aspectos como *la inteligencia artificial, el aprendizaje de máquina, computación en nube, big data*, entre otros, permiten crear ritmos de producción y productos de acuerdo a dinámicas locales y particulares, tanto de desarrolladores como de usuarios y no en relación a ajenos y brutales itinerarios mundiales. Estas tecnologías facilitan la construcción de singulares modelos y herramientas de trabajos, con tecnologías globales.

Particularmente la masificación de las herramientas digitales ha causado un florecimiento del arte visual basado en la computadora, también conocido como arte digital (Ahmed, et al. 2009). Hoy día estas diversas herramientas producto de adelantos de la tecnología informática han facilitado a los artistas tomar las respuestas del espectador para hacerlas parte de la creación misma, abriendo nuevas fronteras para el arte digital.

En relación a cómo ha impactado la tecnología informática a los artistas, Edmonds y Quantrill (1998) señalan tres aspectos generales: en la forma *de pensar, de hacer y de comunicar*. Respecto a aspectos algo más específicos, Restrepo (2014) dice que

“se ha popularizado el diseño de experiencias interactivas en tiempo real, en las cuales intervienen los individuos, las máquinas y las representaciones” (p.25).

Ya que en el presente texto se habla desde la ingeniería y el arte, es importante aclarar que al hablar de experiencias interactivas digitales, puede leerse el término de “obra” simplemente como el conjunto de recursos que materialmente⁴ soportan las experiencias interactivas digitales o como lo nombran Hsieh y Cheng (2016), el artefacto interactivo. Al “espectador” lo vemos también como el interactor o el usuario y al “artista” de igual modo que al ingeniero, los vemos como aquellos quienes materializan el artefacto interactivo.

⁴ Hardware y software, como lo hace Tabares (2014) con su análisis Material de la Obra.

La Interactividad

Una de las miradas con la que la ingeniería estudia desde hace más de cincuenta⁵ años las experiencias interactivas mediadas por computadoras, es la llamada *Human Computer Interaction* (HCI), Interacción entre Humanos y Computadoras. Este es un campo de estudio desde el cual la ingeniería hace un llamado al trabajo interdisciplinar y donde actualmente se investiga la interacción en la vida diaria, poniendo énfasis en las cualidades emocionales y en lo experiencial de la interacción (Murer, 2015). Cualidades que hacen parte esencial del campo de estudio del arte (Maffesoli, 1997), lo que pone de manifiesto la imperiosa necesidad de afianzar modelos de trabajo junto a esta otra área del conocimiento.

Para Gutiérrez (2003) la interactividad es la capacidad de control que tiene el usuario sobre el tipo de contenidos y su secuenciación y supone una autonomía en el uso de las multimedias. Sin embargo, en las experiencias interactivas que acá se enmarcan, las respuestas del artefacto no necesariamente están en control del usuario, sino que los contenidos y su secuencia son administrados en tiempo real por el artefacto interactivo digital, producto de la respuesta programada por los creadores. O como ya lo señalaban de forma temprana Cornock y Edmonds (1973) al referirse a las piezas de arte interactivo, la computadora tiene un papel importante en la definición de las características de la pieza interactiva.

⁵ Ribera (2005) en su artículo Evolución y tendencias en la interacción persona-ordenador señala hitos claves en la historia de ésta desde 1967

Grau (2003) dice que “los medios interactivos han cambiado nuestra idea de la imagen en una de un espacio de experiencia interactivo multisensorial con un marco de tiempo” (p.7). Entendiendo que para el caso de las experiencias interactivas que acá se exponen, el marco de tiempo en el que el usuario interactúa con el artefacto puede variar de acuerdo a las emociones buscadas, los recursos del desarrollo y el contexto, pero el lapso de tiempo en el que comparten información sujeto y artefacto debe ser el más breve posible, buscando la inmediatez. Entendiendo ésta de forma cercana a Bolter y Grusin (1999), pero sin que sea necesario buscar el ideal de transparencia que exponen los autores, en el que el interactor obvia por completo la presencia de la máquina como agente mediador, sino buscando como fin que la interfaz de ésta estimule de forma contundente los sentidos y cumpla con su función en concordancia al objetivo de la experiencia, la usabilidad y las emociones buscadas, indiferente si el usuario reconoce o no el artefacto que está detrás de la experiencia.

A partir de abordar distintos estudios en torno al diseño centrado en el usuario, Tramullas (2003) define la usabilidad como “un conjunto de técnicas para asegurar la calidad de uso para el usuario final, pero no es, por sí misma, un modelo de diseño y creación” (p.3). Hsieh y Cheng (2016) comparten que para lograr una buena usabilidad en los desarrollo iterativos, la experiencia debe ser simple, fácil de usar, amigable y placentera (Hsieh y Cheng, 2016).

Si bien Lévy (2007) considera que “el término «interactividad» designa generalmente la participación activa del beneficiario de una transacción de información”, también asume que aún con solo ver una obra, hay una participación activa de éste, considerando el proceso de interpretación que acontece al interior del espectador como una respuesta activa de él. En el actual

estudio se comparte de forma parcial la perspectiva del autor en cuanto a interactividad, ya que en el caso de no poder obtenerse respuestas físicas del interactor, es un tipo interactividad que asumimos como pasiva y no corresponde a la perspectiva adecuada para los desarrollos que acá se analizan.

Respecto a los diferentes tipos de interactividad, Lévy (2007) comparte en su libro *Cibercultura* una tabla donde los define por extensión; allí señala diversos medios a partir de la relación entre los *tipos de mensaje que llevan* y los *dispositivos que los permiten*. Si bien esta tabla se queda huérfana de contexto y explicación en medio del texto en el que aparece, da una relación de las posibilidades interactivas de cada medio.

Para este estudio, consideraremos la interacción de forma cercana a como lo hace Tabares (2014), entendiendo que ésta es toda acción recíproca ejercida entre interactores y artefactos interactivos, los cuales actúan entre sí como receptores y emisores de mensajes o estímulos que provocan respuesta en el otro, y esta respuesta a su vez es una acción inmediata ante la provocación del primero.

Las Experiencias Estéticas

Una experiencia se da cuando algo se vive de principio a fin en un lapso de tiempo, a través de uno o varios de los sentidos y esta vivencia tiene unidad semántica y estética⁶, lo que permite señalarla como una experiencia particular, independiente de las demás experiencias que se viven normalmente todo el tiempo (Dickey, 2015). Para Hsieh y Cheng, las experiencias se viven en el proceso de hacer y experimentar sensaciones en el tiempo, lo que conlleva un sentimiento estético (Hsieh y Cheng, 2016).

Con una experiencia estética, hay una conexión entre cada elemento y lo que sucedió antes, el presente y lo que sucederá después. En contraste, lo no estético se encuentra dentro de una progresión polar de una sucesión suelta o una conexión estrictamente mecánica de partes. Debido a que muchas de nuestras experiencias diarias caen dentro de esta progresión, las experiencias estéticas se destacan de la norma. (Dickey, 2015, p.2)

De acuerdo con Dewey (1934), las emociones juegan un gran papel en el reconocimiento de las experiencias estéticas, la emoción es lo que une las partes en el todo, lo que impacta la forma en que percibimos la experiencia; las emociones son lo que constituye la unidad en una experiencia estética. En el caso de las experiencias que acá enmarcamos cabe señalar, como lo hace Dewey (1934), que estas emociones no están en el artefacto, ni de

⁶ Lo estético es lo susceptible de percibirse por los sentidos. Breve diccionario etimológico de la lengua castellana Corminas J. (1987) Editorial Gredos. Madrid España.

antemano en el usuario, sino que aparecen en el proceso de interacción humanos-artefacto, en la vivencia de la experiencia.

Los Interactores

Desde el estudio de la HCI, en la ingeniería se presta especial atención al usuario, sus emociones y experiencias. En el desarrollo de experiencias interactivas el usuario se convierte en un agente clave, siendo partícipe en varias etapas del desarrollo, el cual centra su mirada en soluciones enfocadas a las necesidades de este usuario-interactor.

Hacer que la respuesta, voluntaria o involuntaria, del espectador ante la obra, sea recibida por ésta como respuesta del espectador, para generar una reacción en la obra, sitúa al espectador en un nuevo rol explícitamente activo, convirtiéndolo en un interactor. Ahmed, et al. (2009) consideran al respecto: “los espectadores ya no están en un rol simplemente pasivo: hoy ellos juegan un rol interactivo junto al artista para crear Arte de los Nuevos Medios” (Ahmed, et al., 2009, p.2).

Las ExId que se enmarcan en este estudio materializan en parte la teoría de la experiencia del arte que plantea Vilar (2004), ya que su discurso fija desde un punto de vista pragmático la prioridad de la experiencia frente al objeto, pero sin la reducción del objeto a mera ocasión (Vilar, 2004). La teoría que plantea Vilar en *Las Razones de Arte* (2004), supone que “*toda experiencia estética es una experiencia simbólica en la que nos hallamos frente a un símbolo simple o complejo que pretende comunicarnos algo, nos interpela y persigue dialogar con nosotros*” (p.44). Analizando a los interactores con la perspectiva de este autor, se propone mirarlos en estos espacios de interacción digital, de la siguiente manera:

- Los que pasan de largo frente a la obra o se aproximan indiferentes a las intenciones comunicativas de la obra, reduciéndola a objeto utilizado en la experiencia interactiva, y ésta a su vez con toda su simbología es reducida a un acto en el que un sujeto cualquiera (interactor) hace algo (interactúa) con una cosa (la obra), como lo haría cualquier otro por ejemplo con una máquina de café o una aspiradora. Este sujeto que interviene en la obra no lo consideraremos interactor ya que no ve en la experiencia interactiva más que lo que acontece, sin dejarse tocar emocionalmente por lo que allí se sugiere, ni reflexiona sobre los significados de lo presente, por lo que no logra entender la motivación de la experiencia y de hecho en la perspectiva de este estudio no da lugar a dicha experiencia.
- Los que sin atreverse a interactuar están dispuestos al goce que les pueda dar la experiencia en la distancia, sin embargo, a estos espectadores que se dejan “afectar por la obra” sin participar activamente de ésta, se les puede separar a su vez en dos subgrupos: 1. Quienes se relacionan con la obra en un sentido meramente estético y gozan con estímulos sensibles provenientes del artefacto y la persona que interactúa con éste; y 2. Quienes en la distancia del observador se relacionan con la experiencia vivida por quien o quienes realmente interactúan con la obra, y desde la catarsis logran dar un sentido a la obra, alcanzando a través de ésta una apertura a una nueva inteligibilidad con lo presente o permitiéndole a este espectador entender o sentir lo inefable en la obra.
- Los que realmente interactúan, su actuar es lo que tomará la obra o el artefacto como respuesta, para a su vez dar

pie al cambio en ella y generar una interacción como la entendemos aquí. Dentro de este tercer grupo también podemos encontrar una subdivisión entre: 1. Quienes participando de la obra simplemente gozan con los estímulos sensoriales provenientes de ésta, y 2. Quienes a través de la experiencia logran un entendimiento de lo que sugiere la obra. Es a este último interactor que se hace referencia en este estudio de las Experiencias Interactivas Digitales.

Los Artefactos Interactivos Digitales

La materialización de obras interactivas, la creación de artefactos para éstas, se ha facilitado gracias a la cercanía y diversidad de dispositivos digitales que posibilitan tanto la toma de información, como el compartirla. Micrófonos, cámaras, giroscopios, GPS, son sólo algunos dispositivos populares para tomar información y pueden encontrarse hoy en día en dispositivos comunes como computadoras, teléfonos, autos y juguetes. De igual modo, estas tecnologías digitales facilitan compartir información al usuario a través de estímulos visuales, sonoros y movimientos. Además pueden incluir medios para comunicarse con otros dispositivos facilitando la comunicación entre éstos, entre los usuarios y entre los usuarios y otros dispositivos, y todo esto en gran medida en tiempo real.

Lo que distingue a las obras de arte de los objetos cotidianos es que “dicen algo, que comunican algo de un modo especial, aun cuando el soporte de lo que dicen sea un objeto cualquiera y lo digan en un extraño lenguaje de enigmas y jeroglíficos” (Vilar, 2004 p.44). Esto le permite al arte ser parte de las herramientas del hombre y parte de los desarrollos de otras diversas áreas del conocimiento, incluidas piezas de ingeniería como las experiencias de usuario. Las obras de arte ya no son simplemente para ver y contemplar, las propuestas artísticas presentan momentos, ambientes, eventos y vivencias tal vez imposibles en la realidad, que activan la presencia de quienes están en frente (Daza 2006).

Las obras de arte que invitan a vivir experiencias de interacción con ellas son conocidas como *Arte Interactivo*, “en este género, el objetivo del artista es estimular una interacción bidireccional entre sus obras y el espectador” (Ahmed, et al., pg.658). Según Hsieh y Cheng (2016) las obras de arte interactivo son piezas que sólo se completan cuando el espectador pasa a tener un rol activo y a hacer parte de la creación, de igual modo que actualmente muchos desarrollos ingenieriles en el campo de la HCI requieren de un usuario activo para completar su función.

En las experiencias que enmarcamos en este estudio, el trabajo de ingenieros y artistas con las tecnologías digitales es, como dice Tabares (2014) buscar que el “interactor sienta y se convenza de que está vivenciando un acontecimiento en el marco del mundo material o sensible y no en el de lo digital e intangible” (p.33). En el desarrollo de experiencias interactivas con medios digitales el gran reto del artefacto interactivo es, “traducir eficaz y asertivamente la información binaria como experiencia emuladora de un evento sucedido en el campo de lo real tangible, provocando en el interactor una experiencia con alta excitación sensorial” (Tabares, 2014, p.33). Para ello no sólo es necesario el conocimiento del ingeniero en el campo de la informática, ya que también el trabajo del artista resulta clave en la construcción de interfaces que aporten a la generación de las emociones buscadas en la experiencia.

Los artefactos interactivos acá estudiados pueden ser computadoras, tabletas, microcontroladores, dispositivos “smart” o cualquier otro aparato que presente un mecanismo digital usado o programado por los desarrolladores para procesar información e intercambiarla con el usuario, materializando las soluciones de ingenieros y artistas a los retos que presenta el desarrollo de la experiencia interactiva con medios digitales.

Las Experiencias Interactivas Digitales (ExId)

En este estudio se entiende por *experiencias interactivas digitales (ExId)*, la ejecución de aquellos artefactos digitales que requieren la participación consciente y activa de un interactor, con intercambio de estímulos en doble vía y en tiempo real entre él y el artefacto digital. En estas experiencias puede ser tanto el usuario quien se aproxime a alguno de los sensores del dispositivo y haga reaccionar⁷ al artefacto, como puede ser que éste a través de sus actuadores sorprenda al espectador y lo haga reaccionar⁸. Después de que el mensaje o estímulo enviado por uno, es recibido por los sentidos o sensores del otro, provocando una primera reacción o respuesta en éste, esta reacción a su vez es leída por los sensores o sentidos del primero y asumida como fuente para una nueva reacción en el lector del mensaje (sea el artefacto o el usuario interactor), continuando así de forma indefinida⁹ hasta dar por terminada la interacción. Todo ello da pie a una *Experiencia Interactiva Digital* (ver figura 1.1).

7 Una ExId que bien puede ilustrar esto es la obra "Healing Pool" (2010), de Brian Knep.

8 ACCESS es una instalación de arte interactivo que permite a los usuarios de la web rastrear personas anónimas en lugares públicos, persiguiéndolos con un foco robótico y un sistema de haz acústico. Marie Sester 2003.

9 Dependiendo de la interacción, ésta puede terminar porque se cumpla un objetivo, el interactor la abandone o se cumpla un plazo dado, entre otras razones.

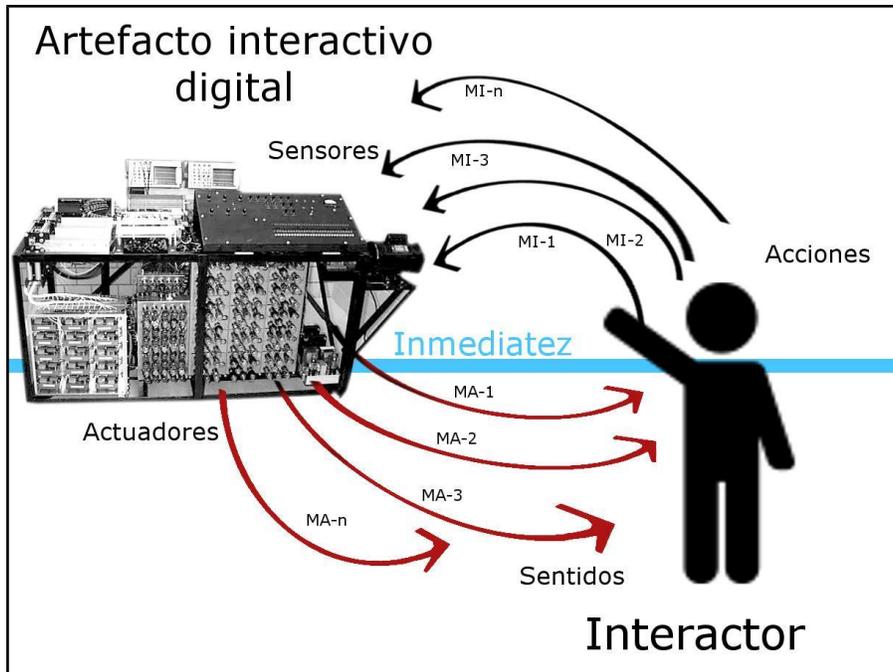


Fig. 1.1: Ilustración de los elementos clave en una Experiencia Interactiva Digital, aquí los mensajes del interactor se denominaron MI y los del artefacto MA.

La Interdisciplinariedad en las ExId

Crear, producir, distribuir y consumir imágenes y sonidos se hace hoy a través de múltiples pantallas[...]. El nuevo creador de contenidos culturales es -o debe ser- interdisciplinar. (Obando, 2017)

Los medios digitales ofrecen la posibilidad de compartir mensajes fáciles de interpretar para muchos, pero que no son fáciles de construir por su naturaleza híbrida; estos medios nos hablan a través de la unión de diversos lenguajes como la imagen (fija y en movimiento), el sonido, el texto, entre otros. Si bien la materialización de estos medios se ha dado de la mano de ingenieros, según Ohler (2003) el lenguaje unificador de estos medios digitales es el arte, ya que éste alcanza y hace uso de los diversos lenguajes que permiten hibridar los medios digitales.

Esta pluralidad de lenguajes es reflejo de la creciente complejidad en nuestra sociedad, ante la cual Max-Neef (1993) señala que para abordarla se “requiere de aproximaciones más amplias que las meramente disciplinarias” (p.49). En el desarrollo de software por ejemplo, puede notarse esta complejidad, ya que además de tareas cercanas a la ingeniería de software, se involucran diferentes actividades de las disciplinas artísticas

como bocetos, diseños gráficos, animaciones, fotografías, videos, efectos de sonido, entre otros (Aleem et al., 2016).

Debido a que en el desarrollo de ExId se relacionan diversas áreas de estudio, se dificulta el trabajo y el intercambio de ideas entre los participantes provenientes de diferentes áreas de formación, por tanto en el trabajo interdisciplinario un vocabulario compartido proporciona grandes beneficios (Koenitz, et al., 2015). Por su lado, en el libro *Desarrollo a escala Humana*, Max-Neef (2006) propone como uno de sus retos, el desarrollar diálogos fecundos entre disciplinas pertinentes para la adecuada interpretación de las problemáticas contemporáneas. Reto que actualmente no es ajeno a los ingenieros y artistas interesados en el desarrollo de ExId.

La interdisciplinariedad entre los participantes en el desarrollo de ExId se debe manifestar a partir de la concurrencia de saberes de distintas disciplinas que generan vínculos e interacciones en doble vía, pudiendo en algunos casos, llevar incluso a la transformación de aquellos saberes (CIRET, 1997). En el marco de la academia, durante los desarrollos de experiencias interactivas digitales, el diálogo interdisciplinar implica para cada actor aceptar los métodos y enfoques de las otras disciplinas, sin sesgar sus propios procesos creativos, ni perder el rigor exigido para cada una de estas disciplinas.

Entendiendo de forma general el modelo que acá se construye como una heurística¹⁰ para el desarrollo de ExId, el arte no sólo debe proveer fundamento a una estética que cumpla un papel acorde a las emociones que se busca provocar en la experiencia interactiva, sino que también juega un papel como elemento

¹⁰ La idea mas genérica del término heurístico está relacionada con la tarea de resolver inteligentemente problemas reales usando el conocimiento disponible. Metaheuristics: A global view Belén Melián, José A. Moreno Pérez, J. Marcos Moreno Vega Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. No.19 (2003),pp. 7-28 ISSN: 1137-3601. © AEPIA (<http://www.aepia.org/revista>).

perturbador¹¹, en cuanto se encarga de diversificar y provocar cambios que lleven innovación a los desarrollos de las ExId en la academia. Para ello, el artista tiene la libertad de usar las herramientas de la ciencia no necesariamente de manera científica, buscando resultados que pueden ser más cualitativos que cuantitativos (Watz, 2011). En sí “la práctica artística lleva implícitos sus propios modos de pensamiento y conocimiento, no coincidentes con los de la ciencia, [ni con los de la ingeniería], ni con los de la historia o la filosofía y esto es lo que justifica su presencia en la Universidad” (Sánchez, 2000).

En palabras de Vilar (2004), “la tarea del arte hoy es introducir el caos en el orden. Ésta sería su «razón funcional» primaria [...] el arte y la cultura estética en general son un tipo de garante pluralista y politeísta ante el monismo y monoteísmo de la esfera cultural de la ciencia y la tecnología, y ante la tendencia igualmente unificante y homogeneizadora de la cultura normativa moral y política” (p.50). De modo que el arte motiva no solo soluciones estéticas, sino que también puede traer a los desarrollos preguntas y horizontes distintos a los que parten del área de la ingeniería, enriqueciendo los desarrollos de ExId, con la mirada de otra área.

En el desarrollo de ExId, puesto que difícilmente se encuentran en una sola persona todos los conocimientos requeridos para hilar de manera apropiada la gran cantidad de necesidades y posibilidades que tienen estos proyectos, se pone de manifiesto la necesidad del trabajo interdisciplinar. En este estudio ingenieros y artista son vistos como aquellos quienes materializan el artefacto interactivo y se propone la Universidad de Antioquia

11 Otras metaheurísticas utilizan un tipo de “ruido” para alterar aleatoria y sistemáticamente elementos del problema como la metaheurística con ruido (I. Charon y O. Hudry. The noising methods: A generalization of some metaheuristics. *European Journal of Operational Research*, 135:86-101, 2001.) y la metaheurística de perturbación (S. Salhi. A perturbation heuristic for a class of location problems. *Journal of the Operational Research Society*, 48:1233 - 1240.)

como marco para estudiar el trabajo interdisciplinario en el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales en la educación universitaria.

Los Estudios Encontrados

Con el fin de unificar algunos conceptos básicos a trabajar, se aclara que se entiende: Por *técnica*, la habilidad para ejecutar cualquier cosa, o para conseguir algo¹², especialmente perteneciente o relativo a las aplicaciones de las ciencias y las artes¹³. Por *método*, el “arte de elegir las técnicas más apropiadas para enfrentar un problema cognoscitivo, eventualmente combinándolas, comparándolas, aportando modificaciones e incluso proponiendo alguna solución nueva” (Marradi, 2002, p.122). Más particularmente en este texto se estudian *métodos de desarrollo*, los cuales son un procedimiento sistematizado para lograr el objetivo de producir un producto funcional dentro de un presupuesto y cronograma (Robin, 2009). Mientras que la *metodología* “examina las investigaciones para explicitar los procedimientos que fueron usados, los supuestos subyacentes, y los procedimientos explicativos ofrecidos” (Lazarsfeld, et al., 1972). Finalmente *modelo*¹⁴, desde la acepción más básica, es un arquetipo o punto de referencia para ser imitado o reproducido.

A continuación se exponen los estudios relevantes que se encontraron cercanos a las ExId.

12 Séptima acepción de la palabra técnica en el diccionario de la Real Academia de Lengua Española. Visto en: <http://dle.rae.es/?id=ZIKyMDs>

13 Primera acepción de la palabra técnica en el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. Visto en: <http://dle.rae.es/?id=ZIKyMDs>

14 Primera acepción de modelo del diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. Visto en: <http://dle.rae.es/?id=PTk5Wk1>

Modelo desde Human Computer Interaction (HCI)

Hsieh y Cheng (2016) presentan un modelo teórico para abordar el desarrollo de interacciones estéticas. Se trata de un modelo de trabajo interdisciplinar que considera estudios en el campo de la HCI, usabilidad y experiencias de usuario. El modelo propuesto por los autores (ver figura 2.1) divide el desarrollo en tres escenarios: 1. *Las especialidades del contexto*, 2. *Las dimensiones dinámicas* y 3. *Las cualidades del movimiento*. Donde las dos últimas ayudan a dirigir la primera.

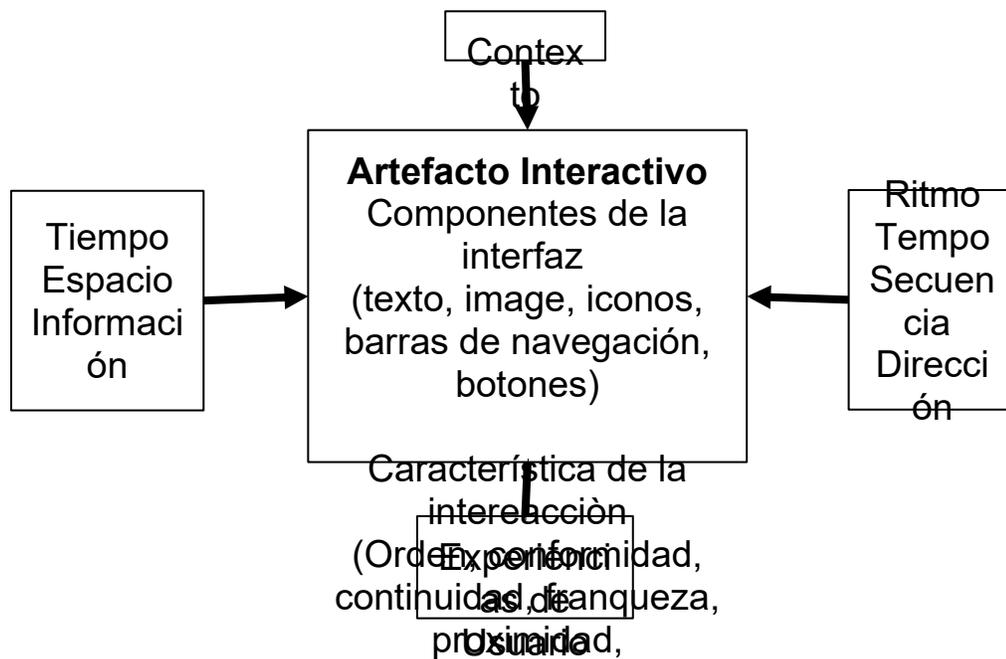


Fig. 1.2: Modelo teórico para el desarrollo de interacciones estéticas Hsieh y Cheng, 2016

El escenario central es *Las especialidades del contexto*, éste se divide en tres módulos: a. *El contexto del usuario*, b. *La experiencia de usuario* y c. *La interfaz del artefacto interactivo* (Hsieh y Cheng, 2016). Otro escenario, *Las dimensiones dinámicas*,

toma los “*Principios del ritmo corporal*” de Rudolph Laban (2001) dados en el método *Laban Movement Analysis*¹⁵ para analizar el movimiento humano en las interacciones a partir de los elementos: cuerpo, tiempo, espacio e información. En el tercer escenario del modelo, *Las cualidades del movimiento*, éstas son estudiadas a partir de cuatro (4) elementos que presenta Bacigalupi (1998), ritmo, tempo, secuencia y dirección.

Este modelo permite que las ExId puedan agruparse dentro de las interacciones estéticas entendiendo, como lo hacen los autores citados, que éstas ocurren al interior del espectador a partir de las experiencias sensoriales recibidas de la obra o artefacto en la interacción (Hsieh & Cheng, 2016), de modo compatible con las experiencias interactivas digitales enmarcadas en este estudio. Estos autores, basándose en las ideas de Lev Manovich (2002) también consideran que las interacciones estéticas integran dos puntos clave, el de la estética siendo pragmática y el de los artefactos siendo utilizados correctamente.

Ya que este modelo contempla la interacción desde la perspectiva de la interacción entre humanos y computadoras (HCI), los autores señalan que podría facilitar el diseño de interacciones desde un punto de vista diferente a las pasadas teorías de la cognición, llevando a la investigación interdisciplinar originalidad e interacción estética (Hsieh y Cheng, 2016).

15 Laban Movement Analysis (LMA), sometimes Laban/Bartenieff Movement Analysis, is a method and language for describing, visualizing, interpreting and documenting all varieties of human movement. It is one type of Laban Movement Study, originating from the work of Rudolf Laban and developed and extended by Lisa Ullmann, Irmgard Bartenieff and Warren Lamb, among others. Tomado de https://en.wikipedia.org/wiki/Laban_Movement_Analysis

Modelos Centrados en el Usuario

Por otro lado, Sascha Mahlke (2008) conceptualiza la experiencia de usuario como un fenómeno que consiste tanto en la calidad de percepciones instrumentales, como no-instrumentales, las cuales dan por resultado una reacción emocional del usuario. Estas percepciones pueden relacionarse respectivamente desde la ingeniería de software con requisitos funcionales y no-funcionales. Los aspectos no-instrumentales se refieren a las cualidades estéticas y simbólicas del artefacto, mientras que los instrumentales comprenden la eficacia de su funcionalidad operativa.

En *“Visual aesthetics and the user experience”*, la autora enlista diversos ejemplos de estudios que dan por resultado el gran impacto de los factores estéticos en la aceptación de un producto por parte de sus usuarios y además comparte un marco para la investigación de experiencias de usuario (ver figura 1.3), el cual permite integrar la estética visual en un modelo para éstas. La autora también presenta tres elementos claves para la construcción de interacciones de humanos con tecnología digital: *Las características del usuario, Las características del sistema y Las características del contexto.*

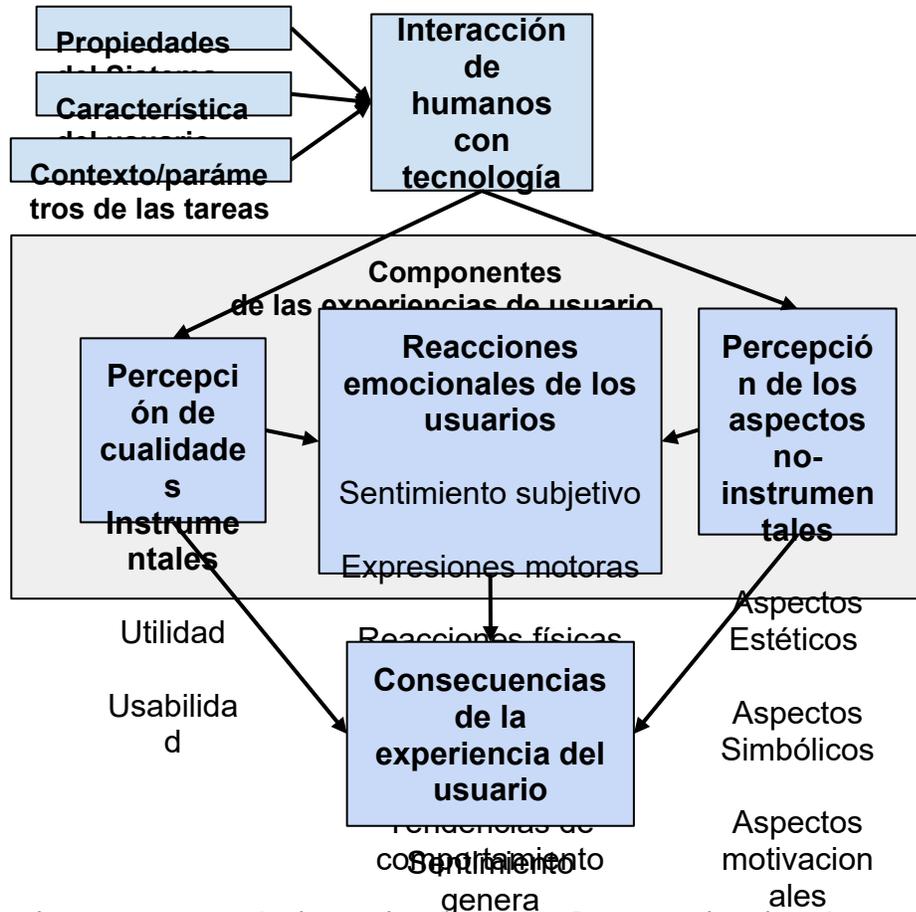


Fig. 1.3: Marco de investigación para las experiencias de usuario, Mahlke 2008.
Elección entre alternativas

Mahlke (2008) propone usar las dimensiones estéticas de Lavie and Tractinsky (2004) para la medición de aspectos visuales estéticos en HCI. En el modelo Mahlke, la *dimensión clásica* obedece a la claridad y orden en el diseño y la *dimensión expresiva* obedece a la creatividad y originalidad en el diseño.

Otro modelo centrado en el usuario, denominado *Modelo de Proceso de la Ingeniería de La Usabilidad y La Accesibilidad* (ver figura 1.4), es propuesto por Lorés, Granollers y Lana (2002). Éste agrupa el desarrollo en tres núcleos principales de la siguiente forma:

1. **Ciclo de vida del software:** comprende análisis de requisitos, diseño, implementación y lanzamiento.
2. **Prototipado:** comprende propuestas de interfaz de la aplicación, las cuales se evalúan para proceder a su aceptación, mejora o rechazo, en relación a las fases de análisis de requisitos y diseño.
3. **Evaluación:** comprende actividades para asegurar la usabilidad y la accesibilidad del producto, desde la perspectiva del usuario final.

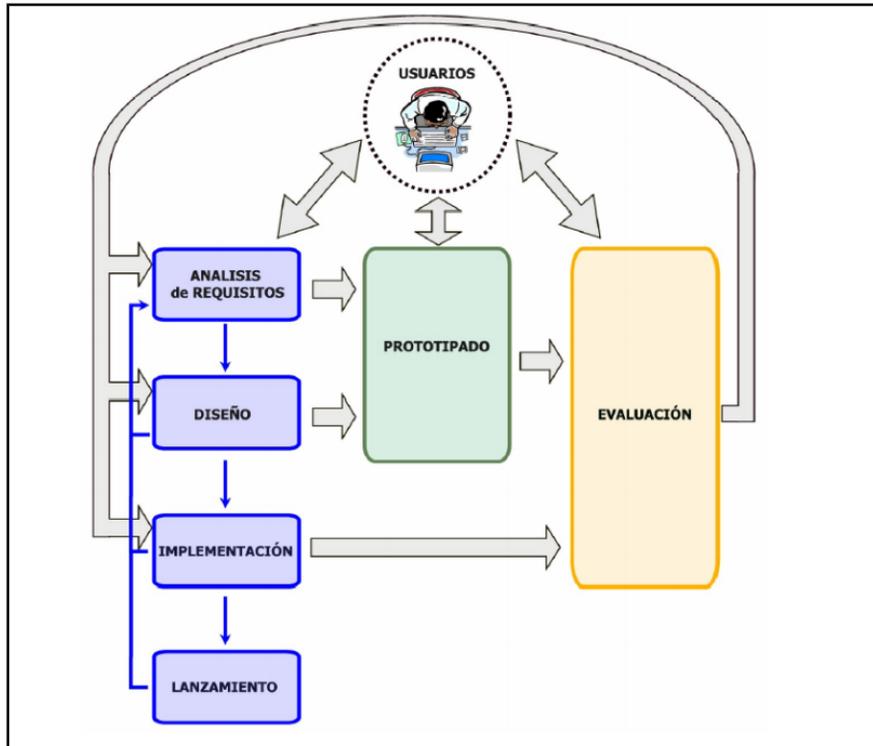


Fig. 1.4: Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad, Lorés et al (2002).

Modelo desde los videojuegos digitales

Los juegos en diversas formas, como las obras de arte, proporcionan ejemplos de experiencias estéticas e interactivas, porque los diferentes aspectos de los juegos constituyen una

unidad de elementos que fluyen de una parte a otra, culminando en una consumación (Dickey 2015). En el desarrollo de videojuegos complejos además de las actividades relacionadas con los requerimientos funcionales y técnicos, se involucran diversas actividades de la creación artística, lo cual ha hecho que desde sus inicios los ingenieros de software en este campo se involucren en equipos interdisciplinarios con artistas gráficos, diseñadores, músicos, escritores, entre otros (Keith, 2010).

En la industria de desarrollo de software, los juegos están ganando importancia porque son usados no sólo para el entretenimiento, sino también para propósitos serios que pueden ser aplicables en diferentes campos como la educación, los negocios y la salud. Los juegos serios son diseñados para tener un impacto en su audiencia similar a los juegos de entretenimiento, pero también son combinados con una dimensión práctica (Aleem et al., 2016a, p.4).

Los autores Saiqa Aleem, Luiz Fernando Capretz y Faheem Ahmed (2016) sugieren que a pesar de su similitud con la ingeniería de software, el desarrollo de juegos es un nuevo campo de estudio ya que tiene propiedades interesantes como interacción en tiempo real, elementos emergentes y componentes desafiantes desde el punto de vista computacional (Aleem et al., 2016b), aspectos que resultan afines a las ExId.

En *A Digital Game Maturity Model* (2016), se presenta como resultado de su búsqueda sistemática, un Modelo de Madurez de

Juegos Digitales para evaluar la metodología de desarrollo actual en una organización. El marco de este modelo consiste en un cuestionario de evaluación, una escala de desempeño y un método de calificación. El objetivo principal del cuestionario es recopilar información sobre los procesos y las prácticas actuales (Aleem et al., 2016b). En este estudio los autores categorizan en cuatro, los problemas del desarrollo de juegos digitales: 1. seducción, 2. calidad, 3. desarrollo y mantenimiento y 4. negocio. Y para abordar éstos proponen dieciocho (18) actividades clave en el desarrollo de juegos digitales y dividen éstas en cuatro dimensiones: 1. estrategia de diseño del juego, 2. jugabilidad del juego y facilidad de uso, 3. metodología de desarrollo del juego y 4. rendimiento del negocio. La ejecución de estas actividades en un equipo de desarrollo permite calcular un nivel de madurez de éste, que puede estar entre 1 y 5.

Este modelo, según exponen sus autores, es fácil de aplicar en organizaciones de diferente tamaño, para cualquier género de juego y cualquier plataforma, sin embargo, los aspectos culturales y económicos relativos a la organización son excluidos en esa investigación (Aleem et al., 2016b). De los tres factores clave que presentan Aleem et al. (2016b) en su modelo para evaluar el desarrollo de juegos digitales: 1. perspectiva del desarrollador, 2. perspectiva empresarial y 3. perspectiva del consumidor, se tomarán dos para el actual estudio, considerando lo siguiente:

- Perspectiva del desarrollador, comprende la configuración y gestión del equipo, la gestión de documentos de diseño de la experiencia, el desarrollo de mecánicas para la experiencia, la gestión de recursos para el desarrollo, la calidad de la arquitectura de la experiencia, la gestión de pruebas, la programación y la materialización de los aspectos estéticos.

- Perspectiva del consumidor, entendiendo éste como el usuario o interactor de la experiencia, esta perspectiva atiende a su participación en la experiencia, su disfrute, facilidad de uso considerando su contexto.

Modelo desde la educación

En las búsquedas hechas con los criterios explicados al principio del capítulo no apareció la metodología STEAM¹⁶, sin embargo, se consideraron algunas referencias dada la valiosa información que aporta respecto al trabajo interdisciplinar (Peppler, 2013). Si bien las referencias trabajadas aplican STEAM como un método para procesos de formación interdisciplinar en la etapa escolar, no para el desarrollo o la investigación de experiencias interactivas en un marco universitario, este método mejora “los resultados del aprendizaje y, por lo tanto, tiene ramificaciones que van más allá de la cuestión del género en la informática” (Peppler, 2013 p.38).

Debido a que la educación STEAM es intrínsecamente interdisciplinaria, existe una amplia gama de oportunidades para aprovechar las prácticas únicas de cada disciplina e imaginar diversos productos (Peppler, 2013), en los que pueden incluirse las experiencias interactivas digitales. Este autor presenta ocho principios rectores para la educación informática con STEAM, de los cuales para el desarrollo de ExId se considerarán los

¹⁶ STEAM corresponde por sus siglas en inglés a Science, Technology, ART, Engineering, and Mathematics (Ciencia, Tecnología, artes, ingeniería y matemáticas).

siguientes:

- Elegir opciones abiertas en distintos aspectos como el estético, el personal, las herramientas y los materiales.
- Involucrar expertos en diversas disciplinas.
- Buscar diversas maneras de documentar el trabajo.

Modelos para el estudio de la interacción del arte con la tecnología digital

Un estudio en relación a los espacios de interacción es compartido por Cornock y Edmonds (1973), ellos dicen que el arte interactivo tiene que ver con la forma de funcionamiento de los artefactos tanto como con la apariencia de estos. Para el arte interactivo ellos nombran cuatro categorías a partir principalmente de aspectos en la obra, de las que cabe señalar que la cuarta categoría, la *Dinámica-Interactiva (variante)*, concuerda con las ExId acá presentadas.

Las categorías presentadas por estos autores son:

- Estática: En la que la obra no cambia a la vista del observador, ni hay interacción visible a un tercero.
- Dinámica-Pasiva: La obra de arte tiene mecanismos internos que le permiten el cambio o es modificada por factores ambientales, aquí el espectador, es un observador pasivo.
- Dinámica-Interactiva: Cumple con las características de la Dinámica-pasiva, pero el espectador tiene un rol activo al influir cambios en la obra.

- Dinámica-Interactiva (variante): Se cumplen las condiciones de la Dinámica-Interactiva, con la suma de un agente modificador que cambia las especificaciones de la obra. Este agente puede ser un ser humano o un programa de software. Debido a esto, el proceso que tiene lugar, o mejor dicho, el rendimiento del sistema de arte no puede ser predecible. Dependerá de la historia de las interacciones.

Por otro lado, una mirada que de forma temprana -previa a la popularización del computador personal- contempla la relación del arte con las tecnologías informáticas, es la de F. Popper (1975), quien en *Art: Action and Participation* presenta una forma de analizar la relación entre arte y tecnología a partir de cinco categorías¹⁷: arte holográfico y láser, videoarte, arte por computadora, arte de la comunicación, artes instalativas y performativas, categorías que para el presente estudio en torno a las ExId resultan muy amplias y algo ajenas.

El artista C. Machin (2002) aborda parte del espacio de convergencia entre el arte y las tecnologías digitales, destacando algunas necesidades en el desarrollo de las obras con éstas. En el estudio que hace el autor comparte que son necesarios métodos de trabajo que permitan capturar las ideas del artista sin entorpecer el proceso de producción artístico, resaltando para ello la importancia de hacer una adecuada toma de requerimientos. Él propone esta búsqueda desde el lado de la ingeniería ya que pretende liberar al artista de especificar los requerimientos de la pieza de antemano (Machin, 2002).

¹⁷ *Laser and holographic art, video art, computer art, communication art e installation demonstration and performance art. Popper (1975).*

En la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología, los investigadores Ahmed, Camerano, Fortuna, Frasca y Jaccheri (2009) describen un marco en el cual tratan de esclarecer la intersección entre el arte y las tecnologías de la información, a partir de estudiar esta relación desde cuatro puntos: *Quién, Dónde, Por Qué y Qué*. En el primer punto, el *Quién*, se identifica a ingenieros y artistas. El *Dónde* resalta la participación de instituciones educativas como espacios para estos encuentros. En el *Por qué* señalan que los ingenieros se acercan a estos procesos principalmente con el interés de adquirir nuevos conocimientos, experiencias y destrezas, mientras dice, de forma similar a como lo expone S. Jones (2005), que los artistas se acercan a estas tecnologías para usarlas como herramientas en el desarrollo de sus obras. Además Ahmed *et al.* clasifican estas razones en seis categorías: *Aprendizaje acerca de la cooperación interdisciplinar, innovación de productos e interfaces, estética en informática, desarrollos y exhibición basados en tecnología informática, obras de arte, reflexión sobre la sociedad a través del arte y difusión de resultados de investigación*. Finalmente, en el *Qué* se destaca el uso de herramientas electrónicas e informáticas.

Elleström (2010) en sus estudios en relación al arte y los Nuevos Medios, presenta una mirada que destaca la constitución material de las obras a partir del cruce de medios que las comprenden, y plantea que ha de ser desde la dimensión perceptiva que podrá ser posible definir el sentido de éstas. El autor dice que esto se da porque en la práctica es imposible separar los dos, ya que para los seres humanos nada existe fuera de la percepción, sin embargo, es crucial discriminar teóricamente entre el material y la percepción del material si uno quiere entender cómo los medios pueden relacionarse entre sí (Elleström, 2010). Para

estudiar esta materialidad presenta cuatro modalidades, éstas permiten abordar los aspectos funcionales y no-funcionales de los artefactos interactivos digitales al considerarlas de la siguiente manera en relación al desarrollo de ExId:

1. La modalidad material: Comprende la interfaz física del medio que impacta de manera contundente los sentidos. Esta se aborda de tres modos: el cuerpo humano, la materialidad demarcada, la materialidad no demarcada.
2. La modalidad sensorial: Comprende la acción física y mental que ejerce el usuario en y/o debido a la interfaz de la ExId. Ya que para poder ser mediador, todo medio requiere haber sido captado por, al menos, un sentido del interactor. Esta modalidad cuenta con cinco modos: ver, oír, sentir, degustar y oler. No se puede desconocer que en el marco de una ExId, estos modos pueden incluso afectar otros sentidos como la propiocepción y crear estados de cinestesia en el usuario.
3. La modalidad espacio-temporal: Comprende la estructuración de las partes de las experiencias percibidas por el usuario en relación al espacio y al tiempo, considerando tanto el espacio virtual como el tiempo virtual. Esta modalidad presenta los siguientes seis modos:
 - El espacio como manifestación de la interfaz material (atendiendo las dimensiones: anchura, altura, profundidad).
 - El espacio cognitivo (inherente al usuario).
 - El espacio virtual (como interpretación del usuario de lo representado o percibido en la experiencia).
 - El tiempo como manifestación de la interfaz material (atendiendo la dimensión del tiempo).

- El tiempo cognitivo (inherente al usuario).
 - El espacio tiempo (como interpretación de lo representado o percibido en la ExId).
4. La modalidad semiótica: Comprende los significados que se originan sobre la materialidad y la espacio temporalidad de los medios de la experiencia cuando éstos han sido percibidos e interpretados por el usuario. Los modos en que se basa esta modalidad son: la convención (signos simbólicos), la semejanza (signos icónicos) y la contigüidad (signos indexicales).

En el panorama local, la artista Isabel Cristina Restrepo (2014) estudia un tipo particular de arte interactivo denominado de autorreferencialidad, aludiendo únicamente a las interactividades con monitoreo remoto y representación en pantalla. En su estudio, la artista propone que las experiencias interactivas en el arte van más allá de éste integrándose a otros tipos de búsquedas comunicativas y culturales, lo cual la lleva a plantear unas dimensiones estéticas socioculturales que propenden por la interdisciplinariedad. En esta tesis se ilustra un marco general en torno a la interactividad que van más allá del arte, además se presentan diversas ExId en las que se evidencia el trabajo interdisciplinar entre ingenieros y artistas.

Consideraciones para el Desarrollo de ExId

Tanto en el arte como en el lenguaje ordinario no se entiende nada de una obra de arte o de una oración si no compartimos mínimamente un lenguaje común y si no tenemos la menor idea de qué hace válido lo que dice.

Vilar (2004)

El desarrollo de ExIds es un problema que puede ser resuelto por teorías, tecnologías, métodos y procedimientos del campo de la interacción de humanos con computadoras (HCI). Estas experiencias suponen retos tanto para los ingenieros como para los artistas, a la hora de definir cuáles son los aspectos fijos y cuales variables del desarrollo técnico y estético, y en qué medida pueden ser modificados de acuerdo a la disponibilidad de recursos y al objetivo de la experiencia.

Para facilitar el diálogo con otras áreas del conocimiento en el desarrollo de ExId, las artes deben seguir el ejemplo de la ingeniería, en relación a la formalización de sus heurísticas, usando entre otras, las herramientas de la ciencia con el rigor y la creatividad que ha movido tanto a ingenieros como a artistas a lo largo de la historia. Para ello son necesarios, no sólo estudios que permitan a las artes actuar de forma similar a otras áreas de conocimiento con más amplia experiencia en la aplicación de las herramientas de la ciencia, sino que también le faciliten

afirmar sin temor, sus singularidades como área de conocimiento, y con lo cual enfrentar las dificultades inherentes del trabajo interdisciplinar (Araño, 2003).

A pesar de las largas tradiciones en las artes, los aspectos formales de la investigación no se contemplan siempre con el rigor que demanda la academia en otras áreas, de modo que para encontrarse con otras disciplinas “no hay duda de que en la investigación artística se pueden y deben utilizar tanto métodos propios como importados desde la investigación científica” (Blanco, 2004, p.138).

Como solución a esta problemática de la investigación en artes, desde las academias surge la *investigación-creación*, que es una manera de formalización del conocimiento con la cual el campo del arte pretende estar al nivel de la comunidad académica y científica frente al debate sobre la generación de conocimiento (Daza, 2009). Y una manera de hacer que la obra de arte sea vista también como una forma de conocimiento transmisible, ya que ésta “es un objeto material cuya estructura produce significados y valores en los sistemas semánticos que con ella se relacionan” (Blanco, 2004, p.136). De modo que el arte en la academia al formalizar sus métodos hace investigación en cuanto sus exploraciones son indagaciones sistemáticas, cuyo objetivo sea el conocimiento transmisible (Archer, 1995), apartando la idea del solitario artista-genio que no concibe documentar, ni compartir sus métodos. Con la mirada de la *investigación-creación* se está logrando mejor aprestamiento en las herramientas de la academia para la formalización del conocimiento en las artes, facilitando sus relaciones con las demás áreas del saber y el abordaje de trabajos interdisciplinarios.

Sin embargo, no se puede desconocer que “los procesos de investigación en el arte y en la ciencia no son ni pueden ser

idénticos, pero tampoco pueden ser opuestos; simplemente tipos diferentes de construir conocimiento” (Acosta, 2009, p.59), por lo tanto, pueden relacionarse entre sí una vez formalizados, para hacer más eficiente esta exploración de la infinidad de posibilidades que permite el Universo Digital.

Respecto a la formalización de los procesos del arte en la academia Sánchez (2000) dice que “La investigación surgida de las facultades de artes debería traducirse no sólo en la producción de objetos artísticos, sino en la generación de modelos culturales nuevos con garantía de supervivencia en el nuevo contexto socioeconómico” (Sánchez, 2000). La aplicación de métodos para la *investigación-creación* interdisciplinaria entre arte e ingeniería, es un paso más en una tarea prioritaria (Blanco, 2004) que ayuda a la madurez de las artes como área de conocimiento según los requerimientos de la academia y permite también abrir una puerta a las demás disciplinas, que ahora tienen más evidente la necesidad de trabajar con ingenieros y artistas de diferentes especialidades para lograr una adecuada funcionalidad, estética y usabilidad en sus soluciones interactivas digitales.

Ya que los artistas pueden muy bien valorar una investigación de acuerdo a criterios muy diferentes a los del mundo comercial, científico (Wilson, 2002) o ingenieril, hay que ofrecer caminos y formación que faciliten la relación de los artistas en estas áreas y las Nuevas Tecnologías. Como lo señala en su tesis Mora (2014), el desarrollo de software para las artes “deja vislumbrar un universo rico en posibilidades pero también hace pensar que es necesario desarrollar metodologías específicas que permitan encuentros cada vez más fértiles entre las artes y la ingeniería de software” (p.145).

El trabajo interdisciplinar necesario para el desarrollo de ExId en la contemporaneidad, implica para los ingenieros poner la

mirada más allá del horizonte de su rama del saber, abrirse al trabajo con otras áreas del conocimiento que les permitan soluciones en común, soluciones que los participantes en estos desarrollos no lograrían en igual medida de forma independiente. Particularmente en relación a la estética, Restrepo (2014) comparte que “desde la perspectiva ingenieril se requieren profesionales con capacidad de entender las dinámicas estéticas en las cuales se insertan estas formas de construcción de contenidos” (p.295). La ingeniería debe abrirse a los conocimientos sensibles del arte y ayudar con su experiencia al estudio de éstos, para hacerlos más confiables y asertivos, de modo que así mejoren y se fortalezcan, tanto los procesos como los resultados, en los desarrollos interdisciplinarios de ExId.

Otra contribución que los artistas deben proveer al desarrollo de ExId es la aproximación a las problemáticas que allí se presentan desde perspectivas diferentes a los ingenieros y científicos, aportando en la construcción interdisciplinaria de soluciones, como la han hecho en los últimos años diseñadores y artistas en la investigación de interfaces de computadores para humanos (Wilson, 2002). La investigación basada en la práctica y los proyectos de colaboración entre artistas y científicos han demostrado que el conocimiento de los campos de los demás, aunque es necesario para identificar los resultados probables de beneficio mutuo, no puede anticipar todos los posibles resultados emergentes (Leggett, 2006).

Uno de los aspectos clave para lograr el éxito en espacios donde colaboran varias disciplinas, está en el grado de entendimiento que tengan los diferentes actores del proyecto durante el proceso de trabajo en equipo (Ahmed, et al., 2009). Tanto ingenieros como artistas, para sacar el máximo partido de estas tecnologías informáticas en la investigación-creación de

experiencias interactivas, deben trabajar juntos aprovechando las ventajas y experiencias de las áreas implicadas, además de estar abiertos al trabajo interdisciplinar con otras áreas del conocimiento. Para ello se hacen necesarios métodos que faciliten estos procesos y que tracen caminos a seguir.

Las experiencia interactivas acá enmarcadas, en reflejo de las idea de Hsieh y Cheng (2016), son una interacción mutua (comunicación) entre el artefacto y el usuario, que no se basa simplemente en la apariencia estética de la interfaz, y requiere que diseñe una "experiencia" para la percepción de las personas. Estas experiencias desarrolladas con Nuevos Medios, desde la mirada de HCI deben ser capaces de inducir respuestas efectivas de los participantes para convertirse en diseños eficaces de dispositivos interactivos. Para esto deben considerarse las principales reglas para diseño de interfaces de usuario: simple, fácil, amigable y agradable (Hsieh y Cheng, 2016).

Se debe considerar también que la efectividad de las ExId en gran parte radica en *“la conciencia de la propia corporalidad provocada por la vivencia plena de las sensaciones del sujeto participante”* (Aguilar, 2010, p.17). Por lo tanto, las ideas traídas desde el estudio de las experiencias de usuario constituyen un marco para lograrlo, al igual que los aspectos clave que propone Dewey (1934) para las experiencias estéticas, las cuales deben: *ser recordables*, distinguibles en el tiempo de otros hechos; *tener coherencia*, sus partes, fases y eventos deben hacer parte de un todo; *mantener unidad emocional*, las partes que se construyen a través de las emociones experimentadas en los eventos de la experiencia deben estar orientadas a lograr la emoción proyectada para el interactor; y finalmente debe tener una *clara consumación*, a través de una contundente culminación de la experiencia.

De igual modo que lo señala Dickey (2015) para los juegos populares, los aspectos estéticos en las ExId son mucho más que gráficos, los elementos estéticos son fundamentales para la experiencia y el sentimiento de éstas, y juegan un papel importante en apoyar la complejidad cognitiva de dichas experiencias.

Ya que este estudio crea un modelo para el desarrollo de ExId en la academia, se considerarán los dos niveles que expone Manovich (2002) para los Nuevos Medios, uno es el *cultural*, que hace referencia a cuando la aplicación de los medios puede entregar experiencias profundas del creador al interactor, facilitando la observación y la crítica de la sociedad y la cultura, es decir, decodificando y compartiendo relaciones culturales, para esto se debe simbolizar asertivamente en la interfaz del artefacto. El otro nivel implica *computadoras* permitiendo el adecuado funcionamiento del artefacto, incluyendo algunos o todos los cinco (5) principios que sugiere el autor para estos medios: *La representación numérica, La modularidad, La automatización, La variabilidad y La transcodificación.*

Capítulo 2: Estudio de Caso

Ya que parte de esta investigación busca analizar el desarrollo de experiencias interactivas en las Facultades de Ingeniería y Artes, el estudio de caso es un método pertinente dado que se centra en la descripción y el examen o análisis en profundidad de una o varias unidades y su contexto de manera sistémica y holística (Hernández, et al., 2014). Además entre sus principales características¹⁸ está el que se compone de métodos o diseños flexibles, lo que facilita abarcar las peculiaridades del desarrollo de las ExId desde diferentes áreas del conocimiento, y permite analizar tanto el caso como su contexto, pues para este método ambos son igualmente importantes (Hernández, et al., 2014). Esta herramienta se aplicará para identificar patrones en el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales (ExId), en las cuales trabajasen ingenieros o artistas de la Universidad de Antioquia (UdeA); además este estudio permite proveer datos para evaluar los procesos de estos desarrollos y las actividades que intervienen allí¹⁹.

- 18 Algunas de sus principales características son (Hernández, et al., 2014. Metodología De La investigación. p3):
- Constituyen métodos o diseños flexibles, ya que el investigador puede utilizar múltiples herramientas para capturar y analizar los datos que le permitan comprender las peculiaridades del fenómeno o problema bajo indagación y conocer sus causas.
 - Son completamente contextuales, es decir, se analizan tanto el caso como su contexto, pues ambos son igualmente importantes.
- 19 Algunas funciones o propósitos de los estudios de caso (Hernández, et al., 2014. Metodología De La investigación. p.2):
1. Generar descripciones vívidas de individuos o fenómenos.
 2. Identificar patrones de un fenómeno en su ambiente natural.
 3. Explicar las causas y cómo ocurren fenómenos, identificando sus causas.
 4. Proveer datos para evaluar procesos, programas, individuos o ambientes.

De los tres tipos de estudio de caso que se enuncian en el texto *Metodología de La Investigación* (2014), intrínsecos, instrumentales y colectivos, el actual estudio se enmarca entre los *casos instrumentales*, ya que éste busca construir una teoría, que permita el desarrollo de un modelo para el trabajo interdisciplinar en casos similares de creación de experiencias Interactivas con medios digitales. De modo que “el caso por sí mismo es menos importante que el entendimiento que genera” (Hernández, *et al.*, 2014, p.7). Esto dado que en este tipo de estudios, al igual que en los experimentos, se confía en una generalización analítica en vez de una generalización estadística (Hernández, *et al.*, 2014).

Este estudio de caso también puede considerarse mixto porque recolecta, analiza e integra datos cuantitativos y cualitativos provenientes de diversas fuentes (Hernández, *et al.*, 2014). Por ello, en concordancia con las consideraciones que se exponen en el texto *Metodología de La Investigación* (Hernández, *et al.*, 2014) para este tipo de casos, se hace una triangulación de los datos, se utilizan diferentes herramientas, tanto cualitativas como cuantitativas, y se crea una base de datos para fines de auditoría y confirmación de los mismos. Y así dar validez al estudio tanto desde lo cuantitativo como lo cualitativo. Según recomiendan los autores del texto, se tienen presente para el actual estudio las siguientes consideraciones:

- Se usan múltiples fuentes de datos e información, como artículos, informes, artefactos y entrevistas.
- Todo el material del estudio de caso, fuentes e instrumentos, es documentado sistemáticamente y almacenado en una base de datos de acceso público , para que otros investigadores puedan verificar la validez y confiabilidad de los

procedimientos, además de utilizar la información e instrumentos para otros estudios.

- Ya que se involucran personas y grupos, se verifican los resultados con los participantes.

En este Estudio de Caso se partió de las listas de grupos de investigación que comparten en su página web las Facultades de Ingeniería y Artes de la Universidad de Antioquia, allí se enlistan 27 y 5 grupos, respectivamente. Se buscaron los GrupLAC²⁰ de cada grupo reconocido y se guardaron en una base de datos²¹. Allí, a partir de palabras clave en relación a las experiencias interactivas digitales, se buscaron²² proyectos en los cuales se hubiesen desarrollado éstas. Tras la búsqueda se identificaron 20 proyectos que resultaron relevantes para el estudio, se rastrearon fuentes de información relacionadas a éstos y finalmente, aquellos proyectos de los que se obtuvo información son usados como Unidades de Análisis en cada caso.

Instrumentos

Los instrumentos que se utilizan en este Estudio de Caso son los siguientes:

- o *Una Base de Datos:*

Para este fin se usa un directorio de Google Drive el cual cuenta con un respaldo tipo Cloud²³, allí se almacena toda la información encontrada

20 A continuación se presenta este y otros instrumentos usados en el Estudio de Caso.

21 La base de datos puede ser consultada en la siguiente URL: https://drive.google.com/drive/folders/1sU0obQfm6RSZ51eo_d8Ku8x8l6hvFAXP?usp=sharing

22 Ver anexo Bitácora de la búsqueda.

23 La computación en nube es un modelo que permite, acceso ubicuo de un conjunto de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios). Mell y Grance (2011).

respecto al Estudio de Caso, entre la que se encuentran documentos, páginas web, videos y diversos archivos multimedia. La Base de Datos (BD)²⁴ lleva el siguiente orden en su información:
/BD (Directorio Unidades de Análisis)

- /Facultad del Caso
 - /Nombre del proyecto
 - /Fuentes de información (documentos, entrevistas, etc.)
- [Instrumento de Observación de Las ExId²⁵](#):

Se desarrolló un cuestionario de evaluación, una escala de desempeño, así como un método de clasificación de éstos, para determinar el [Nivel de Madurez](#) de una organización en el desarrollo de ExId.
- [Tabla comparativa de Casos](#):

Los datos recolectados con los instrumentos de observación para cada Unidad de Análisis, son vaciados en una tabla comparativa²⁶, agrupados en sus correspondientes casos.

²⁴ La base de datos puede ser consultada en la siguiente URL:
https://drive.google.com/drive/folders/1sU0obQfm6RSZ51eo_d8Ku8x8l6hvFAxP?usp=sharing

²⁵ El instrumento puede ser visto en la siguiente URL:
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdUKEuE0AbiDug_0_p7Z_KaaI_TVHufAASugDxN4ALToGTLpQ/viewform?usp=sf_link

²⁶ La tabla comparativa puede se vista en la siguiente URL:
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Lopk75mIr3VYscRPTeLFxs12ILgf4d1-cDgsfccT3Es/edit?usp=sharing>

o GrupLACs:

“Ciencia y Tecnología para Todos, es una herramienta para la consulta de información en las bases de datos que recogen toda la información sobre currículos de investigadores (CvLAC) y hojas de vida de grupos de investigación (GrupLAC²⁷) colombianos. Por lo tanto, es un instrumento para el libre acceso a la información sobre la oferta nacional de investigación y desarrollo tecnológico en términos de capacidad científica y tecnológica de Colombia y de los resultados y productos de la investigación, existentes.”²⁸

En los GRUPLAC de cada grupo se hizo una *búsqueda por palabras clave*²⁹ para identificar las unidades de análisis. Las palabras clave utilizadas en la búsqueda son las siguientes:

- ❖ Experiencia
- ❖ Digital
- ❖ Interactividad
- ❖ Interdisciplinarietàad
 - Multidisciplinarietàad
 - Transdisciplinarietàad

Siendo “Artefacto” una de las palabras clave de este proyecto, fue descartada de las búsquedas dado que generaba resultados de múltiples índoles, ajenas a los intereses de este proyecto y resulta pertinente sólo cuando aparece junto a una de las anteriores palabras clave.

²⁷ Los GrupLACs consultados pueden verse en la Base de Datos

²⁸ Tomado en Agosto de 2018 de la página web de Ciencia y Tecnología:
<https://scienti.colciencias.gov.co/ciencia-war>

²⁹ La bitácora de la búsqueda puede ser vista en la siguiente URL:
<https://drive.google.com/open?id=1B80WwMKqg4iz7jpDuaC6YzGQpHeG2xB3q0x4KBwyulU>

Palabras clave descartadas de la búsqueda:

❖ Artefacto

- hardware
- dispositivo
- prototipo
- producto

Instrumento para la observación de las ExId en la Academia

En este estudio se desarrolló un instrumento para estudiar las ExId en la universidad, a partir del marco de referencias que se presenta en el capítulo anterior. Ya que el desarrollo de juegos digitales es visto como un caso particular de desarrollo de ExId, este instrumento se basa principalmente en la adaptación de algunos componentes de *Digital Game Maturity Model* (Aleem et al., 2016), modelo que los autores proponen para determinar el nivel de madurez de cualquier proceso de desarrollo de juegos en cualquier organización.

A continuación se comparten los componentes del instrumento de observación.

Actividades Clave y Dimensiones

Para el análisis de las ExId en la universidad se propone una adaptación de las actividades clave que presentan Aleem et al. (2016) como variables a observar en el desarrollo de ExId. Estas actividades se agrupan en las siguientes dimensiones: *Estrategia de Diseño de La Experiencia*, *Metodología de Desarrollo de La Experiencia*, *Usabilidad de La Experiencia* y *Rendimiento de La Experiencia*.

Ya que este estudio se enfoca en los desarrollos logrados en el marco de la educación superior, la dimensión del *Rendimiento de La Experiencia* es entendida desde un enfoque de la administración

conocido como Gerencia basada en valor³⁰, la cual es un proceso diseñado para mejorar las decisiones estratégicas y operacionales en una organización. Esta dimensión aborda el conjunto de oportunidades para aumentar el valor generado a partir de la experiencia interactiva, manteniendo una adecuada relación costo beneficio entre los recursos invertidos y los resultados obtenidos, a partir una adecuada gestión de ellos.

Si bien desde la perspectiva de Gerencia basada en valor una organización sólo crea valor cuando logra inversiones que rentan más que el costo de capital promedio invertido, no nos quedaremos con la definición ligada a lo monetario, sino que asumimos el valor en relación al objeto de interés de los involucrados en estos desarrollos, especialmente al de la institución universitaria que brinda recursos humanos, técnicos y el presupuesto, lo que conlleva a señalar el nuevo conocimiento como el interés primario de estos desarrollos de ExId en la academia.

Es a partir de esta idea de valor que en este instrumento se entienden los activos producidos en los desarrollos de experiencias interactivas, los cuales entonces van más allá de los artefactos y herramientas resultantes, incluyendo todos los conocimientos alcanzados en el desarrollo, que puedan ser replicables. En este estudio se consideran activos aquellos productos del desarrollo que representan un valor para las organizaciones y que permiten una reducción en la inversión de recursos en futuros desarrollos de ExId. De modo que los activos no son vistos sólo en términos monetarios, como lo hace la *Norma de Información Financiera*³¹.

30 López Carlos. (2002, noviembre 11). Gerencia basada en valor GBV o Value based management VBM. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/gerencia-basada-valor-gbv-value-based-management-vbm/>

31 Un activo es un "recurso controlado por una entidad, identificado, cuantificado en términos monetarios, del que se esperan fundadamente beneficios económicos futuros," Norma de Información Financiera C-6 Inmuebles, maquinaria y equipo (2010)

A continuación se enlistan las dimensiones y las respectivas actividades clave³² (AC) basadas en el modelo de Aleem *et al.* (2016) que se proponen para la observación y el análisis de las ExId:

Estrategia de Diseño de la Experiencia:

- 1 Documento guía del diseño (GDD)
- 2 Configuración del equipo (TCM)
- 3 Gestión de requisitos (RMM)
- 4 Prototipado (GP)
- 5 Manejo de riesgos (RiskMgmt)

Metodología de Desarrollo de la Experiencia:

- 6 Arquitectura³³ de la experiencia(QA)
- 7 Gestión de activos (AM)
- 8 Herramientas de desarrollo (GED)

Usabilidad de la Experiencia:

- 9 Gestión de pruebas (TM)
- 10 Mantenimiento y soporte(MtS)
- 11 Análisis del factor emocional(FFA)
- 12 Facilidad de uso (EU)

Rendimiento de la Experiencia:

- 13 Orientación a la demanda (MO)
- 14 Oportunidad de la oferta (TTM)
- 15 Gestión de relaciones (RM)
- 16 Estrategia de maximización del valor (MS)
- 17 Innovación (I)
- 18 Colaboración de los interesados(SC)

Niveles de Madurez en el desarrollo de ExId

Las anteriores actividades y dimensiones serán usadas para determinar el nivel de madurez en el desarrollo de ExId acorde a

³² Se conservan las siglas originales del nombre en inglés de las actividades base, propuestas por Aleem *et al.* (2016). Esto por efectos de practicidad en procesos de traducción, adaptación y comparación entre el presente modelo y el modelo base.

³³ En relación a las ExId, la arquitectura de la experiencia se ocupa de la selección y diseño estructural de los sistemas de las partes de ésta, con base en objetivos y restricciones. Define los componentes que llevan a cabo alguna tarea en la experiencia, sus interfaces y la comunicación entre ellos.

los niveles propuestos por Aleem *et al.* (2016), adaptados en los siguientes términos al desarrollo de ExIn en el contexto académico:

1. *Ad-Hoc (Nivel I):*

Indica que la organización no tiene una metodología estable para los desarrollos. Hay falta de comprensión de las mejores prácticas para el desarrollo. Además no hay evidencia de que la organización utilice prácticas propias del área enfocadas al desarrollo de experiencias o que realice las actividades relacionadas del desarrollo de manera coordinada. Tampoco hay un protocolo establecido para reutilizar activos para otros proyectos de experiencias, ni hay evidencia de seguir requerimientos y estrategias metodológicas de desarrollo. La organización no realiza ninguna evaluación de la usabilidad de la experiencia, ni tiene los recursos técnicos y las habilidades para gestionar los proyectos de desarrollo de manera adecuada.

2. *Oportunista (Nivel II):*

En esta etapa la organización se concentra en comprender cómo desarrollar experiencias de calidad que sean exitosas y atraigan a más consumidores. Esta es la razón por la que esta etapa se ha denominado "oportunista"; una organización en este nivel ve la oportunidad de desarrollar su comprensión acerca de las mejores prácticas y de adquirir los recursos y habilidades suficientes para pasar al siguiente nivel. En este nivel, la administración y el desarrollo del grupo reconocen la importancia de las buenas prácticas relacionadas con el desarrollo y muestran interés por adoptarlas. Además, el equipo de administración se esfuerza por recopilar datos

para el análisis de requisitos y la usabilidad de forma ocasional. El equipo de desarrollo también está interesado en adquirir conocimientos y habilidades relacionadas con las metodologías de desarrollo apropiadas. Tanto los equipos de gestión como de desarrollo, están de acuerdo en que es importante una estrategia adecuada de evaluación para la experiencia y también reconocen la importancia de evaluar las prácticas actuales. Sin embargo, la organización carece de una planificación y estrategia sistemática para su modelo de valores y análisis de la demanda. La organización no mantiene ningún tipo de documentación relacionada con las fases de preproducción, producción y postproducción del desarrollo de la experiencia. Además, no existen pautas claras para la gestión de relaciones y la colaboración en equipo.

3. *Consistente (Nivel III):*

La organización está constantemente tratando de definir políticas y estrategias para proyectos de desarrollo de experiencias. Además, la organización tiene la capacidad de establecer una infraestructura para proyectos de desarrollo de experiencias, completando las actividades para el desarrollo. El interés en desarrollar un plan estratégico muestra que la organización está comprometida a desarrollar productos de buena calidad y tratar de abordar los desafíos que enfrenta el equipo de desarrollo. Una organización que puede desarrollar una estrategia para los documentos de diseño de la experiencia, establecer protocolos, adquirir recursos y habilidades suficientes para el modelado y la gestión de requisitos, está exhibiendo un conocimiento suficiente del campo. Una organización de este nivel, en la fase de producción se compromete a desarrollar una

arquitectura de la experiencia que cumpla con los atributos de calidad y trata de administrar los activos de la experiencia de manera efectiva. Para garantizar la usabilidad de la experiencia, la organización contempla las actividades clave en el desarrollo de ExId, como las pruebas, el análisis de las emociones y soporte de mantenimiento. La organización está desarrollando estrategias de negocio y documentación, y establece pautas claras para llevar a cabo el proceso de desarrollo. En consecuencia, los equipos de gestión y desarrollo han adquirido suficiente capacitación en metodologías de desarrollo. En general, la organización es capaz de comprender los requisitos de las ExId, las metodologías de desarrollo y los factores de usabilidad.

4. *Predecible (Nivel IV):*

En esta etapa la organización ha tenido éxito en el desarrollo de directrices bien definidas para las actividades de desarrollo de ExId y el equipo del proyecto ha adquirido todos los recursos y habilidades técnicas para abordar los problemas en el proceso de desarrollo. El equipo puede desarrollar modelos de requisitos que ayudan a visualizar las interconexiones entre los distintos módulos de la experiencia, los patrones de interacción del usuario, los procedimientos, las reglas, los recursos, los conflictos, los límites, los resultados y los objetivos. Los miembros de los equipos multidisciplinarios pueden colaborar e identificar cuellos de botella en las fases de desarrollo. Además, el equipo de gestión adopta una postura proactiva con respecto a la gestión de riesgos y la innovación, tiene métricas definidas para analizar las emociones y la usabilidad en la experiencia. Las estrategias adecuadas de prueba y la gestión

de activos están presentes. Las actividades clave en el desarrollo de ExId en tales organizaciones están simplificadas, son cuantificables y están bien documentadas.

5. Optimizado (Nivel V):

Hay pruebas sólidas de que los equipos de gestión y desarrollo colaboran estrechamente para gestionar y desarrollar ExId de manera eficaz. Los desarrolladores están involucrados en todas las decisiones relacionadas con el desarrollo de la experiencia. La organización aprende de sus experiencias pasadas de desarrollo de ExId y, sobre esta base, está en proceso de optimizar sus actividades clave en el desarrollo de ExId. La capacitación y la obtención de conocimientos sobre nuevas tecnologías y habilidades relacionadas con el desarrollo de ExId es un proceso continuo en la organización. El equipo de desarrollo cuenta con recursos y habilidades adecuados para desarrollar sus propios motores para el desarrollo de experiencias o para mejorar las capacidades de los existentes. La organización crea un plan de pruebas, realiza seguimiento de los resultados de éstas, de los requisitos funcionales y no funcionales y utiliza los resultados para mejorar la calidad de la ExId y su usabilidad. Una combinación de métodos de usabilidad, además de ideas innovadoras, se utilizan para mejorar la experiencia del usuario en términos de desafíos, historia y control. Además, el modelo de ingresos contribuye al fortalecimiento de la posición financiera de la organización.

Los indicadores

En el actual estudio se utilizan cinco (5) oraciones para cada actividad clave, construidas a partir del grupo de sentencias dadas en el formulario propuesto por Aleem *et al.* (2016). Para cada de las actividades clave se escogen y adaptan cinco oraciones que no presentan ambigüedades entre sí y que ilustran aspectos clave del desarrollo de ExId en cada uno de los cinco niveles³⁴.

En cada actividad, las oraciones corresponde consecutivamente, de forma ascendente, a un mayor grado de madurez y supone una mejora sobre los aspectos del indicador anterior, de forma cercana a lo propuesto por Aleem *et al.* (2016). Estos niveles son basados en una escala aceptada y validada, como la metodología BOOTSTRAP³⁵, la cual se puede usar para realizar la evaluación de procesos de organizaciones al identificar sus puntos débiles y fuertes (Aleem *et al.*, 2016).

El mecanismo de medición que se propone en este estudio, es un instrumento alternativo al que se presenta en *Digital Game Maturity Model* (Aleem *et al.*, 2016). Si bien se toman las observaciones de los autores de este primer estudio en el campo, no se usa la métrica propuesta por ellos porque presenta diversas inconsistencias, generalmente en relación al uso objetivo de las distintas oraciones que comparten en cada nivel para cada una de las actividades clave. Entre las inconsistencias identificadas están:

- Algunos enunciados son excluyentes con otros de la misma actividad, correspondientes al mismo nivel, por ejemplo, entre los enunciados presentados para arquitectura de calidad en el nivel 3 aparecen los siguientes:

³⁴ Los indicadores pueden verse en el anexo [Indicadores](#).

³⁵ Simila, S., Kuvaja, P., Krzanik, L. (1994). BOOTSTRAP: A software process assessment and improvement methodology. Proceedings, First IEEE Asia-Pacific Software Engineering Conference, Tokyo, Japan, pp. 183-196.

- -El gerente del proyecto está en proceso de establecer pautas claras y una metodología bien documentada para la arquitectura del juego.
 - -El equipo directivo ha adquirido conocimientos técnicos suficientes para desarrollar y evaluar la arquitectura del juego.
- Los autores plantean para la calificación de cada oración, incluyendo oraciones que no dan pie a ambigüedad, la siguiente escala: No aplicable, ligeramente aplicable, parcialmente aplicable, muy aplicable o completamente aplicable. De modo que no resulta consecuente, por ejemplo el ítem *No se realiza ningún análisis de mercado para mejorar el juego*, porque no puede ser parcialmente aplicable.
- No se aclara qué sucede cuando oraciones contradictorias al interior de un nivel son valoradas entre 0 y 4. Simplemente son consideradas como favorables al nivel todas aquellas que reciban 3 o más en su respuesta, indiferente de que se trate de oraciones negativas y positivas en cada nivel.
- Para los autores el umbral de aprobación para cada nivel de madurez, se da si son aplicables a la organización el ochenta por ciento (80%) de las oraciones presentadas en cada uno, siendo el número de indicadores presentados diferente en muchas actividades. El umbral de aprobación para cada nivel está dado a partir de los totales sumados en la tabla que presentan como “tabla 2” 2

de *Digital Game Maturity Model* (Aleem et al., 2016), la cual tiene algunos errores en las cuentas de resultados, como se puede ver en el anexo “Anotaciones al modelo base”. En relación al número de enunciados que se presentan para cada actividad, hay inconsistencia con los totales y el número real de enunciados mostrados en los documentos.

Validación del instrumento

El instrumento propuesto para la observación de ExId se valida a través de la revisión de expertos temáticos y metodológicos, además de una prueba con pares.

A través de la discusión con pares académicos con amplios conocimientos en instrumentos de medición cualitativa y estadística, se presentó la primera versión de este instrumento, la cual se aplicó en una prueba con pares académicos. En esta prueba, se trabajó con integrantes del proyecto interdisciplinar *Títeres Humanos y Máquinas*, en el cual se desarrolló la experiencia interactiva digital *Títeres en Pantalla*. En relación a este proyecto seis (6) integrantes del grupo aplicaron el instrumento y compartieron sus observaciones sobre el mismo³⁶.

Dado que los participantes de la prueba hacen parte de un mismo proyecto, se esperaba que las respuestas fueran muy similares. Considerando lo anterior, se analizó la variación entre las respuestas para identificar contradicciones entre algunos indicadores, errores tipográficos, términos que ocasionaron discrepancias, entre otros. Además en la discusión con los pares se hace evidente la necesidad de clarificar algunos términos del instrumento para tener un entendimiento común.

A partir de esto, se crea la segunda versión³⁷ del instrumento que incluye las observaciones de expertos temáticos y metodológicos, con la cual se lleva a cabo el estudio de las Unidades de Análisis del Estudio de Caso.

36 La documentación de estas respuestas puede verse en la siguiente URL: <https://goo.gl/forms/pxbugIMa6CnqxiSd2>

37 Esa versión del instrumento puede ser vista en la siguiente URL: <https://goo.gl/forms/pxbugIMa6CnqxiSd2>

El Contexto

En la Facultad de Ingeniería de la UdeA se dan proyectos que incluyen experiencias interactivas digitales. Éstos si bien logran en su mayoría ser funcionales, no siempre generan buena empatía con el usuario, dificultando su entendimiento y uso. En los grupos de investigación GEPAR y SICOSIS comparten, al igual que Hsieh y Cheng (2016), la idea de que en gran medida estas dificultades se dan porque suele ser muy común desde la perspectiva ingenieril, no enfatizar en el aspecto estético tanto como se hace en el funcional. Esa inclinación es apenas normal, dada la poca experiencia que tiene la Ingeniería en los aspectos estéticos y semiológicos de la materialidad de las cosas, y en las implicaciones emocionales que obedecen a las interacciones con éstas, tareas clave del arte. Esta particularidad de los ingenieros es un reflejo de una sociedad tan absurdamente tecnocentrista, que los individuos se han convertido según palabras exageradas de Mumford (2014) “en dioses tecnológicos y en demonios morales, en superhombres científicos e idiotas³⁸ estéticos” (p.178).

El desconocimiento en el área estética puede afectar también el uso de los recursos en estos proyectos de distintas formas, como en el tiempo invertido en aprendizaje de un nuevo conocimiento, para alcanzar una estética acorde a una versión final cabal de producto, o este desconocimiento puede implicar un gasto económico en la contratación de expertos. En el grupo de investigación GEPAR comparten que muchos de sus proyectos terminan

³⁸ El autor aclara “idiotas en el sentido griego de individuos completamente privados, incapaces de comunicarse o de comprenderse entre sí”.

en fase de prototipo por desconocimiento en diversos aspectos, por ejemplo, en el caso de la estética no se logra un buen desarrollo de interfaz o en caso del mercadeo, comercializar un producto resulta ser un nuevo obstáculo a vencer por fuera de su conocimiento.

Un producto de la Facultad de Ingeniería que no logra un resultado cabal en el aspecto estético es Ingeni-Art, un sistema de software para un marco computacional (el PC), en el cual los usuarios juegan el papel de artistas (Hoyos, et al., 2007); sus autores comparten que el aspecto estético no alcanzó el resultado deseado.

En la Facultad de Artes de la Universidad de Antioquia se dan experimentaciones de creación artística con herramientas digitales, herramientas cuyo estudio y desarrollo corresponden tradicionalmente a las áreas del conocimiento que aborda la Facultad de Ingeniería. En la Facultad de Artes los procesos de desarrollo de experiencias interactivas con tecnología digital se tornan muchas veces en búsquedas experimentales, que no siempre se llevan a cabo metódicamente, además dada la poca experiencia que se tiene en los aspectos técnicos, los problemas de este ámbito terminan afectando otros aspectos de los proyectos, como la adecuada gestión de recursos. En Artes esto también implica en muchos casos que no se obtienen productos acabados o una versión final cabal³⁹ del artefacto interactivo. Un ejemplo de producto de la Facultad de Artes que por falta de mayores conocimientos en aspectos técnicos, sólo alcanza la etapa de piloto, es el videojuego Topetazo⁴⁰.

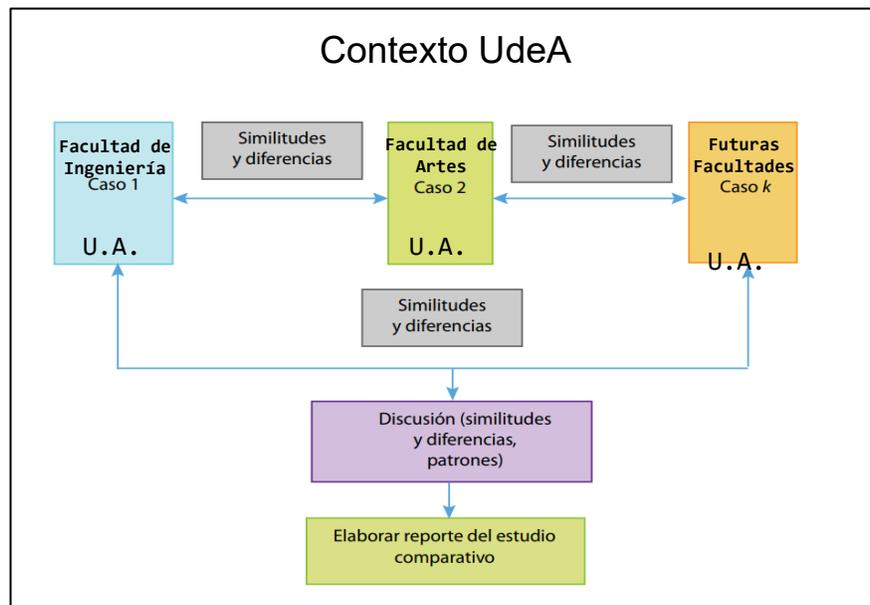
39 Los desarrollos interactivos logrados en la mayoría de los proyectos del grupo de investigación Hipertrópico son prototipos o versiones de prueba.

40 Topetazo es un videojuego un producto de la investigación *Alfabetización digital a través de una multimedia educativa para el desarrollo de competencias artistas y ciudadanas en la educación preescolar*

También por falta de claridad en los aspectos técnicos, muchos de los resultados de los proyectos caen en la obsolescencia temprana, y a ésta también se llega por no considerar aspectos de operación y mantenimiento de los desarrollos. Al respecto Ahmed et al. (2009) mencionan que en el desarrollo de experiencias interactivas desde las artes, donde hay presupuestos y tiempos limitados, el mantenimiento y actualización de los desarrollos resultantes suelen ser pasados por alto, por lo que éste debe ser uno de los principales puntos donde los proyectos artísticos necesitan ayuda de la ingeniería.

Los Casos

Este es un estudio con múltiples casos cruzados⁴¹, ya que se busca identificar similitudes y diferencias en el trabajo interdisciplinar de ingenieros y artistas en el desarrollo de ExId, además como suele hacerse en el diseño de casos múltiples, “el proceso que se utiliza para cada caso se “repite” en los demás” (Hernández, et al., 2014, pg.10). El *contexto* unificador de estos casos es la Universidad de Antioquia y se proponen las Facultades de Ingeniería y Artes, como Caso 1 y Caso 2 respectivamente. Las *unidades de análisis* en cada caso, son los proyectos en los que se desarrollaron ExId.



⁴¹ De acuerdo con Burns (2009), Campbell (2009) y Miles y Huberman (2002), en los casos cruzados se pueden contrastar los casos de manera holística o eligiendo ciertas dimensiones o variables, siempre y cuando se analicen sistémicamente.

Fig. 2.1:Esquema de estudio de caso con un contexto, múltiples Casos cruzados y múltiples Unidades de Análisis. Variación de los diseños del estudio de caso de Robert Yin (Yin, como es presentado en Hernández, et al., 2014).

Al ver las Facultades como casos, se posibilita ampliar la mirada del análisis a otras Facultades para seguir potenciando la interdisciplinariedad en el modelo. Y al usar los grupos de investigación como filtro para los proyectos, se espera encontrar una buena documentación y claridad en los métodos de desarrollo.

Los grupos reconocidos por las Facultades y por COLCIENCIAS, entre los que se buscaron las unidades de análisis son los siguientes:

Caso 1 Facultad de Ingeniería

Ingeniería ambiental

1. Ciencia y Tecnología del Gas y Uso Racional de la Energía -GASURE
2. Diagnóstico y Control de la Contaminación - GDCON
3. Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental - GIGA

Ingeniería eléctrica, electrónica e informática

4. Sistemas Embebidos e Inteligencia Computacional - SISTEMIC
5. Grupo de investigación en Manejo Eficiente de la Energía Eléctrica - GIMEL
6. Grupo de Electrónica de Potencia, Automatización y Robótica - GEPAR
7. Grupo de Investigación en Materiales y Sistemas Eléctricos - TESLA

8. Grupo de Investigación en Telecomunicaciones Aplicadas - GITA

Ingeniería de materiales

9. Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales - CIDEMAT
10. Grupo de investigaciones Pirometalúrgicas y de Materiales - GIPIMME
11. Grupo de investigación en Materiales Cerámicos y Recubrimientos - GIMACYR

Ingeniería Mecánica

12. Grupo de Energía Alternativa - GEA
13. Grupo de Diseño Mecánico

Ingeniería Médica

14. Grupo de investigación en Bioinstrumentación e Ingeniería Clínica - GIBIC
15. Grupo de Biomateriales Avanzados y Medicina Regenerativa -BAMR

Ingeniería Química

16. [Bioprocesos](#)
17. Catálisis Ambiental
18. Procesos Fisicoquímicos Aplicados - PFA
19. Simulación, Diseño, Control y Optimización de Procesos - SIDCOP
20. Grupo CERES - Agroindustria & Ingeniería
21. Procesos Químicos Industriales - PQI

Otras ingenierías y tecnologías

22. BIOALI Biotecnología de Alimentos
23. Gestión de la Calidad
24. Innovación y Gestión de Cadenas de Abastecimiento - INCAS

25. Grupo de investigación en Biomateriales - BIOMAT
26. Ingeniería y Tecnologías de las Organizaciones y de la Sociedad - ITOS
27. Ingeniería y Sociedad (I&S)

Caso 2 Facultad de Artes

28. Teoría e Historia del Arte en Colombia
29. Músicas Regionales
30. Hipertrópico
31. Artes Escénicas y del Espectáculo
32. Artes y Modelos de Pensamiento

A partir de las unidades de análisis encontradas se constituyen los Casos Emergentes 3 y 4, Caso Multidisciplinar y Caso Monodisciplinar, que corresponden respectivamente a los proyectos de ingenieros o artistas en los que se desarrollaron ExId junto a otras áreas del conocimiento y en los que no. Dada la limitada información obtenida de las fuentes de información para las unidades de análisis, en todos proyectos no se logra saber si son o no interdisciplinarios, por lo que se opta por agruparlos entre los que se puede esclarecer que participaron desde un principio personas de diferentes áreas del conocimiento y en los que no.

Las Unidades de Análisis

Con las unidades de análisis se busca aclarar qué actividades clave del desarrollo de ExId hace falta fortalecer para trabajo interdisciplinar entre ingenieros y artistas en la Udea, para esto se hizo una búsqueda por palabras clave en todos los GRUPLAC de los grupos de investigación de los casos. De aquellos proyectos en los que se identificaron ExId, se buscaron fuentes de información y de los que se obtuvieron, éstas se usaron como Unidades de Análisis, las cuales fueron documentadas y estudiadas con el instrumento de observación presentado anteriormente.

Para abordar las unidades de análisis se usaron documentos como fuentes de información primaria, entre estos: informes de investigación, artículos y piezas de comunicación. Y como fuentes secundarias, con el fin de complementar las primeras, se usaron entrevistas semiestructuradas y se analizaron artefactos interactivos digitales.

A continuación se enlistan las ocho (8) unidades de análisis encontradas, cuatro (4) para el Caso 1 y cuatro (4) para el Caso 2. Por cada unidad se señalan las fuentes de información encontradas, las cuales también pueden ser consultadas en la base de datos de este proyecto. En la Facultad de Ingeniería estas unidades pertenecen a 3 grupos de investigación, GEPAR, GIBIC e ITOS, mientras que en la Facultad de Artes las experiencias encontradas confluyen en un sólo grupo de investigación, HIPERTRÓPICO.

Unidades de Análisis Caso 1 FACULTAD DE INGENIERÍA

1. *Motus Experiencias Interactivas. 2009*

Motus es un plan de negocios en la modalidad de empresarismo, ofrece experiencias interactivas que contribuyen al fortalecimiento de procesos pedagógicos a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Las experiencias interactivas están enfocadas a los establecimientos educativos del sector oficial y del sector privado que estén interesadas en garantizar el acceso, uso y apropiación de las TIC como herramientas para el aprendizaje, la creatividad, el avance científico, tecnológico y cultural, que permitan el desarrollo humano y la participación activa en la sociedad del conocimiento.

- a. Informe
- b. Entrevista

2. *Remote Touch Interaction with Stereoscopic Visualization. 2014*

Este trabajo presenta una forma de interactuar con visualizaciones estereoscópicas utilizando la entrada táctil remota con tabletas, superando los problemas de percepción que los autores identifican en otros mecanismos. Se presenta el análisis y diseño de un prototipo, adaptando una

metáfora para guiar la interacción. Finalmente, el prototipo se evalúa en un estudio realizado con expertos, buscando recopilar información sobre la recepción y el uso del prototipo.

a. Informe

3. Desarrollo de un dispositivo no invasivo, portátil y de costo mínimo para medición de reactividad vascular dactilar en población general, empleando procesamiento digital de imágenes. 2014

En este proyecto de investigación, se desarrolló un dispositivo que empleando procesamiento digital de imágenes para observar cambios de color, permite analizar la respuesta hiperémica después de una isquemia producida por oclusión arterial. La aproximación desarrollada no ha sido propuesta o implementada previamente, y sirve como base para el futuro desarrollo de un equipo capaz de evaluar la reactividad vascular en la práctica clínica.

a. Informe

b. Presentación de diapositivas

4. Systemic archetypes use to developing an interactive software: A children with moderated autism case. 2015

En este proyecto se desarrolla un software interactivo para niños

autistas con dificultades de aprendizaje o desarrollo moderado. Se identifican los elementos de valor con el Arquetipo Sistémico de co-creación, identificándolos por medio un análisis fenomenológico de la experiencia de la red de beneficiarios de la co-creación. El estudio comprende un análisis fenomenológico previo de las necesidades de los niños en su ambiente natural con sus padres y educadores. El foco inicial es el caso de uso en el escenario que un niño enfrenta cuando debe de ir al baño, identificando los elementos de valor para los estímulos auditivos y gráficos, registrados en un software para luego ser utilizados en la etapa de diseño. Los resultados muestran que la metodología considerada permite capturar los elementos de valor que expresan requisitos funcionales y no funcionales, por medio de actos de habla calificativos, con el propósito de diseñar y desarrollar un software que puede ser rediseñado en forma co-creada con los actores claves en el uso del servicio.

a. Artículo

1. *Interactividad y Realidad Aumentada. 2011*

En esta investigación se desarrolló de una propuesta de Realidad Aumentada, que reflexiona sobre las problemáticas asociadas a la alta circulación y accidentalidad de motociclistas en la ciudad de Medellín. Se creó la tercera versión de la obra Entránsito, propuesta interactiva y de realidad aumentada que integró elementos audiovisuales, teatrales e ingenieriles. Entránsito constituye un espacio de inmersión en el que, tanto actores como espectadores, pueden interactuar con contenidos virtuales que coexisten, en un mismo tiempo y espacio, con elementos reales. En este sentido, Entránsito genera nuevas posibilidades para el espectador, quien al final de la obra, deviene interactor de un espacio de simulación donde el carácter vivencial de las interactividades digitales se complementa con el carácter participativo de las interactividades análogas para facilitar un proceso de reflexión.

a. Informe

2. Imagen Digital y Educación Artística: una propuesta pedagógica. 2010

Se enfocó en el desarrollo de una propuesta pedagógica para la inserción de la enseñanza de la imagen digital en las Instituciones Educativas de la ciudad de Medellín, así como en el desarrollo de una multimedia educativa dirigida a los docentes del área de artística como elemento para la enseñanza, el aprendizaje y la creación gráfica digital en el aula con el software libre GIMP.

Dirigida por una estrategia metodológica cualitativa, la investigación focalizó sus análisis en los significados e intenciones implícitos en los discursos y experiencias protagonizadas por los profesores y estudiantes que participaron del proceso. Esto, en relación a la pertinencia, las dificultades y las necesidades de iniciar una educación artística que vincule, a sus procesos de enseñanza-aprendizaje, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

a. Informe final

3. Alfabetización digital a través de una multimedia educativa para el desarrollo de competencias artísticas y ciudadanas en la primera infancia. 2015

El proyecto tuvo como objetivo general, desarrollar una multimedia educativa para la formación de competencias en educación artística y competencias ciudadanas en niños de preescolar de instituciones educativas públicas y privadas de las regiones antioqueñas del Valle de Aburrá, Oriente y Urabá. Se reflexiona sobre la experiencia de creación de un videojuego como recurso multimedial aplicado en la educación preescolar a través de un ambiente de aprendizaje para el desarrollo de competencias.

- a. Informe
- b. Artículos

4. Títeres Humanos y Máquinas. 2018

En este proyecto se analiza la metodología de trabajo STEAM, integrando el trabajo interdisciplinar desde el ámbito académico con el co-diseño, en una suerte de metodología creativa, que involucra a niños, padres y usuarios en general, en el diseño de la estrategia denominada Títeres en Pantalla, la cual incluye: una plataforma (teatrino tecnológico híbrido), un sitio web

(<http://www.titeresenpantalla.org/>), el diseño y desarrollo de talleres de creación e implementación de la plataforma y versión expositiva de ésta.

- a. Aplicación del instrumento por parte de participantes en la investigación.⁴²

⁴² Estas respuestas están tabuladas en el documento *Primera prueba del instrumento de observación*, puede ser visto en la siguiente URL: <https://goo.gl/forms/IzTq4UBD7Bh6Ei0F3>

Análisis de los Datos y Resultados

Para cada Unidad de Análisis se señaló en el instrumento de observación⁴³ el indicador más cercano a cada una de las actividades clave, de acuerdo a la información disponible en las fuentes de información encontradas.

Se tomó la medida de la *mediana* entre los niveles correspondientes a los indicadores seleccionados en cada unidad y se obtuvo un valor que se mantuvo en números enteros para indicar el Nivel de Madurez en el desarrollo de ExId para cada unidad. También se sacó la mediana entre todos los datos de las Unidades de Análisis en cada caso, para determinar el Nivel de Madurez en el desarrollo de ExId en cada caso observado (ver figura 2.2). Donde los cuatro (4) casos quedaron en el nivel 3 de madurez.

43 La documentación de las unidades de Análisis puede verse en cada caso del documento Análisis de los Casos. URL: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Lopk75mIr3VYscRPTELFxs12ILgf4d1-cDgsfccT3Es/edit?usp=sharing>

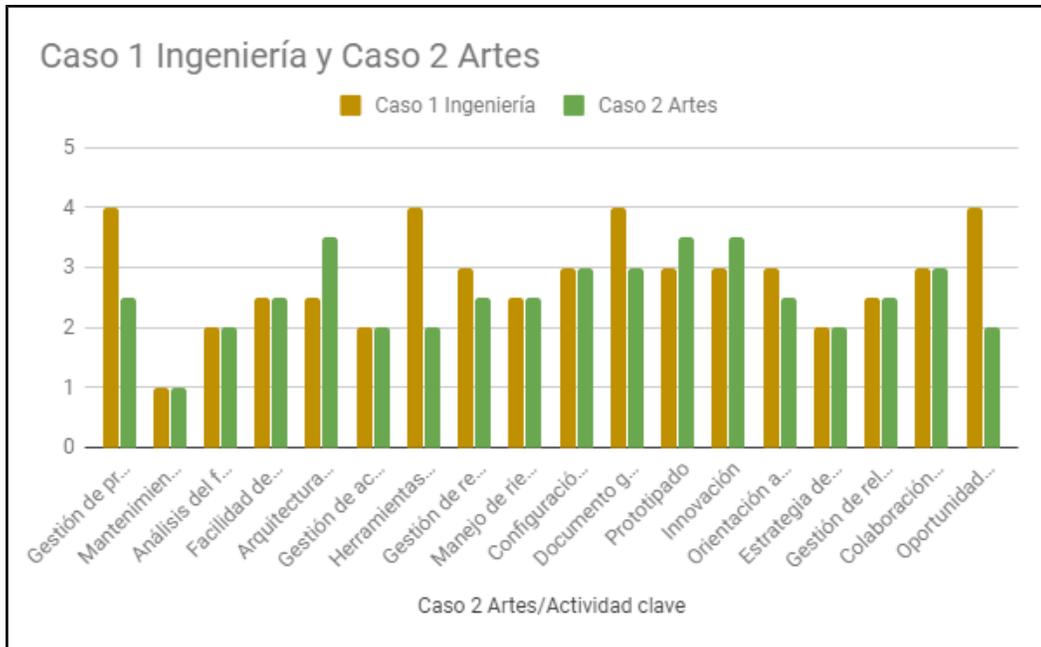


Fig. 2.2: Comparación de los Casos Facultad de Ingeniería (1) y Facultad de Artes (2).

Para el análisis de los datos se miraron también los Casos de forma conjunta, como lo muestra la figura 2.3, construyendo una perspectiva global de cómo ingenieros y artistas desarrollan ExId en la UdeA.

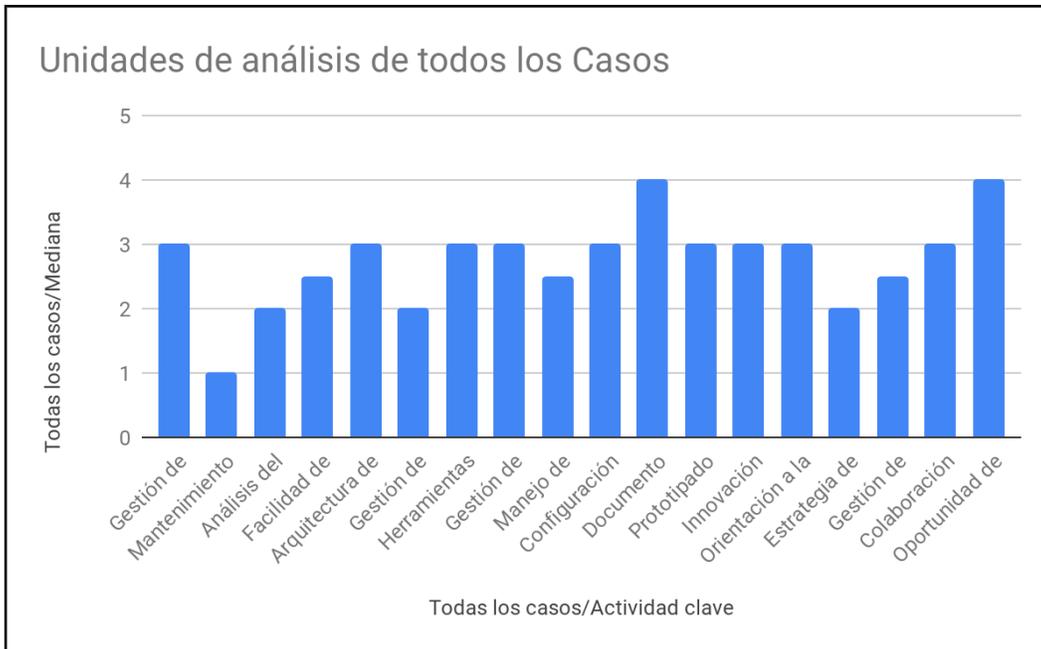


Fig. 2.3: Mirada Global de todas las unidades de análisis encontradas.

El análisis de los datos se hace a través de una comparación de los Casos, particularmente el enfoque de este estudio se centra en la comparación los Casos 3 y 4, donde se agrupan los desarrollos en multidisciplinares y monodisciplinares respectivamente (ver figura 2.4), sin desconocer particularidades de los demás Casos.

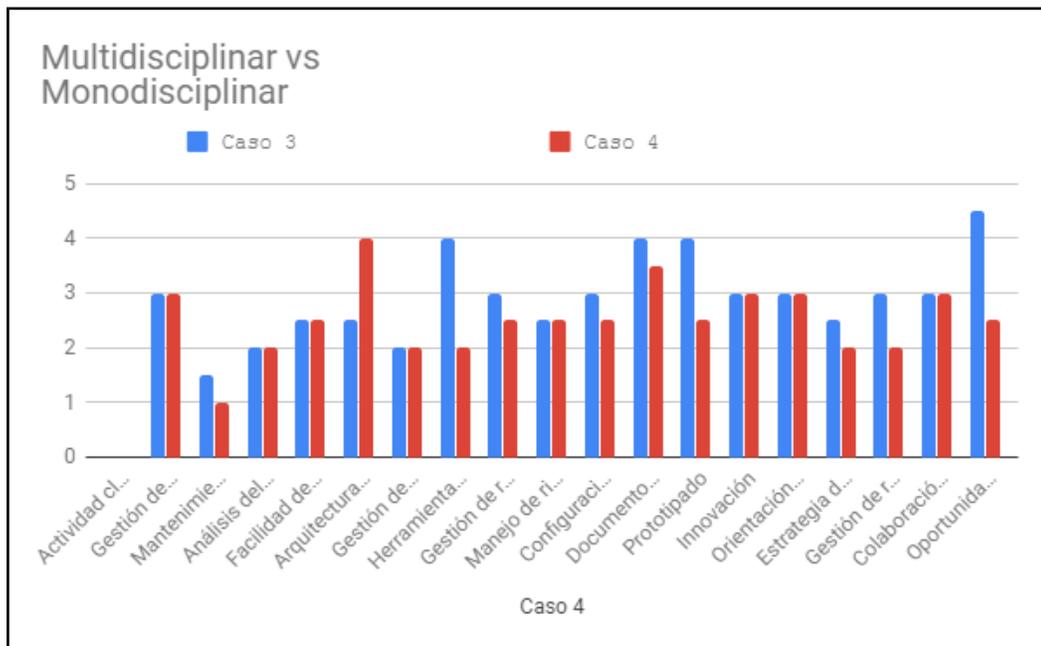


Fig. 2.4: Comparación de los Casos Multidisciplinar (3) y Monodisciplinar (4).

Interpretación de resultados

El nivel medio (3) obtenido para todos los casos es consecuente con el perfil académico de los desarrolladores, quienes en su mayoría son personas en formación. Se requiere trabajo conjunto con otras áreas del conocimiento, además de ingeniería y artes, para abordar cabalmente todos los aspectos del desarrollo de ExId y lograr mayor madurez en estos procesos.

En estos proyectos se logra una configuración funcional para los miembros del equipo de desarrollo, pero la gestión del equipo en cada proyecto no ha demostrado un significativo impacto positivo en otras actividades de desarrollo de ExId.

Para visualizar desde el inicio los posibles módulos de los componentes funcionales y no-funcionales del artefacto interactivo en el desarrollo de ExId, hacen falta conocimientos además de

ingeniería y artes, de otras áreas como administración, psicología y expertos temáticos de acuerdo a los intereses de la experiencia.

Las guías para el desarrollo de la arquitectura deben ser revisadas con periodicidad en relación a los avances y las dificultades encontradas en el desarrollo para evitar futuros cuellos de botella.

Si bien en la mayoría de los proyectos vistos se realiza algún tipo de prueba, aún hace falta una planeación estratégica de estas para probar los diferentes módulos de la experiencia, llevando un registro de los resultados para mejorar la calidad y la facilidad de uso no sólo de la experiencia desarrollada sino de futuros desarrollos.

Si bien en los casos vistos en general, el equipo de desarrollo cuenta con los recursos necesarios y el conocimiento técnico para modelar y gestionar requisitos, aún hace falta rectificar con relación a la experiencia final, si la toma de requisitos está capturando totalmente el segmento de demanda al que se enfoca la experiencia resultante.

En la mayoría de los proyectos se consideran diferentes tipos de riesgos en relación a los procesos de desarrollo, pero esto no conlleva necesariamente a la construcción de un plan en relación al manejo de éstos, ni se ve como un componente clave en los procesos.

Fortalezas de La UdeA

Se destaca el *Documento Guía* en un alto nivel, dado que estos desarrollos de ExId son a su vez proyectos de investigación reconocidos al interior de los grupos, por lo que éstos deben ser documentados y ofrecer guías claras a los interesados en el desarrollo.

Aunque en los equipos de desarrollo no siempre se sigue un

ciclo de vida para la creación de prototipos o no se alcanza resultados refinados y/o cabales a partir de estos prototipos, se logra un buen nivel en esta actividad ya que la mayoría de estos equipos crean múltiples prototipos que incluyen aspectos funcionales y no-funcionales de la experiencia.

Tanto en Ingeniería como en Artes, hay proyectos en los que se logró relacionar el lanzamiento de sus ExId con momentos clave para mantener el interés de los usuarios o responder a acciones de la competencia.

Se observa que la investigación y desarrollo implementadas, especialmente en el Caso Artes, producen resultados positivos. Sin embargo, en ambos casos, pocos de estos resultados logran llegar a otros desarrollos o tener una aplicación una vez terminada la investigación.

En muchos de los proyectos se evidencia el conocimiento para trabajar con diversas herramientas de desarrollo y/o la capacidad de sus integrantes para mejorar las herramientas que usan. Sin embargo, el conocimiento adquirido en el manejo las herramientas usadas y/o creadas para el desarrollo de las experiencias no logra consolidarse formalmente como un activo en las Facultades,⁴⁴ de modo que tanto las herramientas como los conocimientos en torno a éstas puedan ser usados en otros proyectos.

Problemas encontrados en la UdeA

A partir del análisis de las unidades encontradas se observan distintos problemas en el desarrollo de ExId, entre éstos se

⁴⁴ Entre las unidades de análisis vistas, el único proyecto que refleja un impacto en la facultad correspondiente es *Imagen Digital y Educación Artística: una propuesta pedagógica*, el cual dio pie al curso Taller Complementario Arte Digital en el Aula, además del taller Arte y Dígito enmarcado en las Rutas de Formación Docente ofrecidas a los profesores del Área Metropolitana por la Escuela del Maestro de la ciudad de Medellín.

distinguen problemas en relación a la gestión de activos, el desarrollo y la administración. Un punto de convergencia en estos problemas, es la necesidad de conocimientos provenientes de más de un área de formación para llevar a cabo en un mejor nivel, distintas tareas del desarrollo de ExId (ver gráfico 2.5).

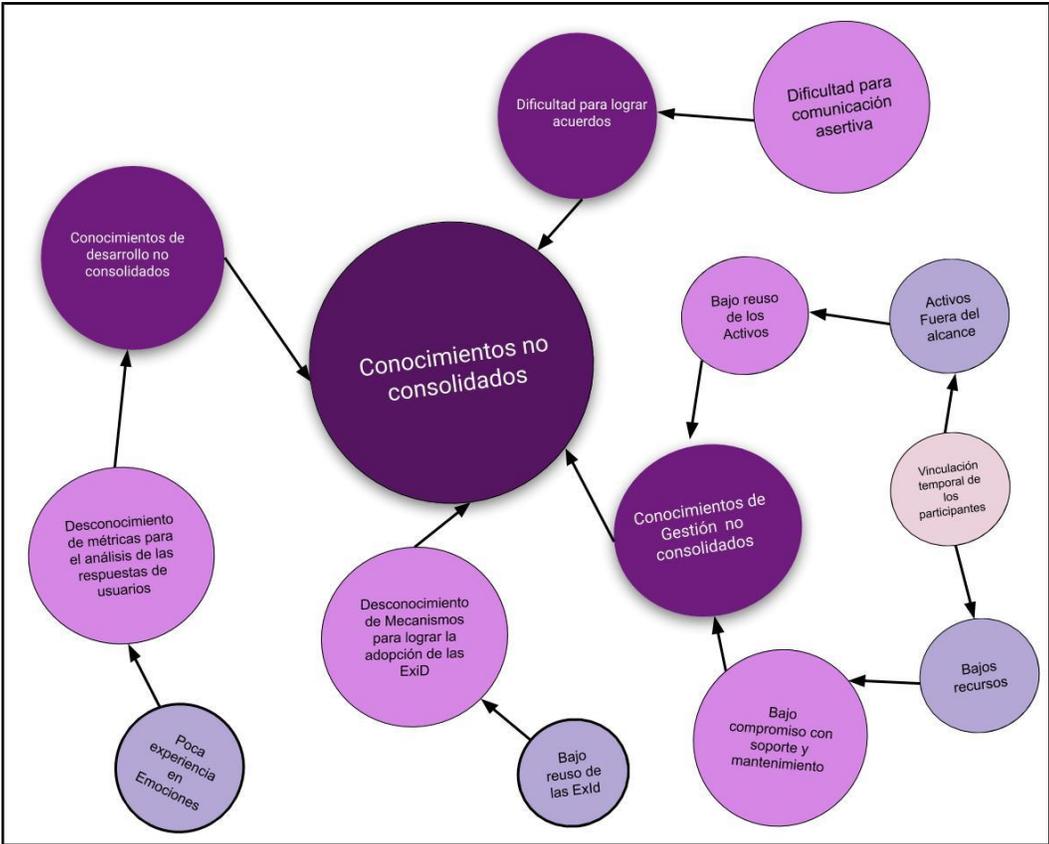


Fig. 2.5: Mapa mental de los problemas encontrados.

La *Arquitectura de La experiencia* obtuvo un nivel superior para el Caso de los proyectos Monodisciplinarios con relación al de los Multidisciplinarios, en estos últimos hay más dificultad para llegar a acuerdos y lograr una asertiva comunicación entre miembros de distintas disciplinas. En los Monodisciplinarios al tratarse de casos que no vinculan directamente al proyecto otras áreas, se requiere de una previa estructuración muy clara de la

idea que permita comunicar a los otros individuos lo buscado en las ExId. En los proyectos Monodisciplinares se vinculan de forma temporal personas que no hacen parte del equipo original, para el desarrollo de componentes que corresponden a áreas de un saber diferente a la de aquellos que propone el proyecto.

-Problemas en La administración

La mayoría de los participantes en estos proyectos son estudiantes o profesores de cátedra que pocas veces permanecen en el grupo de investigación una vez finalizados los proyectos, por lo que tampoco los grupos de investigación se comprometen a dar soporte y mantenimiento a las experiencias desarrolladas.

También resulta común en estos casos que el mantenimiento y soporte sean dejados de lado porque los procesos obedecen en su mayoría a proyectos de investigación, los cuales cuentan con recursos limitados y además estos proyectos una vez terminados pocas veces son retomados. Las soluciones logradas en la universidad no tienen una aplicación una vez terminado el estudio al que pertenecen, la mayoría se quedan al margen del problema que abordan, como una perspectiva académica sin una aplicación posterior al desarrollo, lo que lleva a no considerar esta actividad o no se hace necesario mantener una unidad de mantenimiento y soporte en los grupos de investigación.

Pero no debe verse completamente como un elemento negativo el bajo nivel de los aspectos concernientes a mantenimiento y soporte, ya que la creación en un marco académico se da bajo la premisa de generar nuevo conocimiento, especialmente para quienes participan por tiempo limitado de los proyectos, y ésto lo logran los proyectos vistos.

-Problemas de usabilidad

En muchos de los proyectos el equipo de desarrollo incluye

instrucciones, indicativos, opciones de ayuda y/o tutoriales para brindar claridad interna y externa a los usuarios de la experiencia. Sin embargo, en pocos se evidencia el uso de métricas definidas para medir la facilidad de uso en las experiencias y no se logra tener una adecuada retroalimentación de los usuarios al respecto, ya que una vez alcanzados los límites de los recursos del proyecto y/o el conocimiento buscado, los productos resultantes en su mayoría no son llevados a una realidad de uso, quedando sólo como un primer acercamiento a las soluciones que plantean.

En los desarrollos vistos se busca un acercamiento de los usuarios o audiencias a los desarrolladores de la experiencia, pero no todos logran mantener retroalimentación con éstos. El mantener mecanismos de retroalimentación entre el equipo desarrollador y el tipo de audiencias conlleva una inversión de recursos, que no lo hace viable al interior de la mayoría de proyectos académicos.

En el análisis de las emociones de los usuarios se presenta una debilidad para esta actividad en ambas Facultades. Desde la ingeniería una razón para esto puede estar en que se carece de experiencia en el trabajo con las emociones de los usuarios, dado que son muy nuevos los estudios que consideran las emociones de éstos. Por su lado, en el arte sin bien el factor emocional no es un elemento nuevo, ya que en este campo de estudio se consideran la representación y provocación de emociones, entre otras formas de abordarlas, si resulta nuevo en el arte el uso de métricas para la documentación y análisis de la respuesta de los usuarios, procesos en los que la ingeniería tiene una previa experiencia normalmente enfocada a otros temas.

-Problemas del Rendimiento de La Experiencia

Los activos no llevan una buena gestión porque el principal valor que busca lograr el desarrollo de ExId en la academia es el nuevo conocimiento, y la mayoría de las veces son los estudiantes (futuros egresados) o los profesores (la mayoría de cátedra) quienes quedan con los resultados y activos de las investigaciones, lo que dificulta el rastreo de información en torno a ésta y se convierte en una pérdida de conocimiento que no se logra replicar ni compartir. Además, los limitados recursos en estos proyectos también implican que no se tenga el tiempo, los recursos técnicos o humanos para una adecuada Gestión de los Activos, lo que conlleva a que una vez logrado el objetivo principal del desarrollo, se descuiden otros activos logrados.

A pesar de que hay una estrategia de desarrollo dirigida a la demanda o a la audiencia objeto identificada, esto no conlleva necesariamente ventajas competitivas. Las limitaciones de recursos en la universidad, principalmente la falta de recurso humano con el conocimiento necesario, también hacen que muchas veces, una vez logrado el acercamiento a la solución propuesta en el desarrollo, no se logren abarcar otros aspectos cercanos a su comercialización.

La mayoría de las partes interesadas en el desarrollo de ExId colaboran de manera regular, pero no es obligatorio que se involucren en las decisiones relacionadas con el desarrollo de la experiencia. Dadas las limitaciones de recursos, pocas veces se puede mantener una comunicación constante con todas las partes que tienen o podrían tener interés en la experiencia.

Consideraciones para el desarrollo de ExId en la universidad

En el encuentro de la ingeniería con el arte para el desarrollo de ExId, ambas áreas pueden lograr grandes avances trabajando de manera conjunta, sumando sus experiencias para un logro común. Se requiere trabajo interdisciplinar con otras áreas, además de la ingeniería y el arte, para complementar los saberes necesarios con el fin de lograr un alto nivel en el desarrollo de ExId. A partir de lo encontrado en el estudio de caso, se plantean las siguientes consideraciones para el desarrollo de ExId entre ingenieros y artistas en la Universidad de Antioquia:

Se debe identificar desde el principio, cuál será la forma en que el desarrollo producirá activos de valor para los interesados. Ya que los procesos que acá se analizan hacen parte de la academia, la adecuada gestión de activos debe ser una tarea clave de la administración de los proyectos desde cada grupo de investigación, para evitar reprocesos, pérdida de conocimientos valiosos logrados en cada desarrollo y facilitando así el alcance de un mayor nivel de madurez en futuros proyectos.

Hacen falta estrategias para que las soluciones logradas tengan aplicación. Debe ser política de los grupos de investigación dar salida y visibilidad a las soluciones logradas en los desarrollos de ExId, ya que los estudiantes y docentes están en constante rotación.

Una política en los grupos de investigación, adecuada para la gestión de activos producto de los distintos desarrollos, permitirá obtener y mantener, activos que generan valor para los mismos grupos dentro y fuera de varios proyectos,

conservando una buena gestión de los activos a pesar de la rotación de estudiantes y docentes en los grupos de investigación. Entre estas políticas de los grupos también debe estar el hacer uso de las herramientas que ofrece la Universidad para el escalonamiento de los proyectos, buscando que éstos sigan creciendo en valor para los grupos, en vez de convertirse en obsoletos y ser olvidados, lo que tendría el efecto de una pérdida de recursos valiosos.

Hay que considerar, que dada la dificultad inherente de la comunicación en el trabajo interdisciplinar, se hace más difícil al tiempo que más necesario, crear documentos guía para la arquitectura del proceso que sean de fácil entendimiento para todos.

Actualmente la UdeA cuenta con herramientas de trabajo colaborativo, sin embargo, hace falta mayor integración de éstas en los procesos de desarrollo de ExId para mejorar la gestión de activos. Herramientas como el Drive de Google, permiten tener diferentes formatos de archivo, control de las versiones de archivos, trabajo simultáneo y multiplataforma, entre otras ventajas, que resultan de gran utilidad para el trabajo interdisciplinar.

Sería pertinente tener un buen mecanismo para lograr el máximo rendimiento de los recursos alcanzados en el desarrollo de ExId, que les permita a los grupos que la abordan la sostenibilidad de un mantenimiento y soporte a las soluciones dadas. Por su lado, el mejorar el manejo de los activos producto del desarrollo, puede complementar la *Estrategia de maximización del valor*, en cuanto permite mantener activos que reducen la inversión de recurso en el presente y futuros desarrollos.

Lograr una unidad de soporte para los grupos de investigación que desarrollan ExId, ayudaría no sólo a mantener y mejorar el soporte adecuado para los usuarios, sino que también facilitaría obtener retroalimentación de ellos, lo que también demandaría una gran cantidad de recursos para los grupos.

Se debe incluir, en las pruebas de los aspectos funcionales y no-funcionales, resultados cuantificables a partir de métricas aplicadas que faciliten la futura implementación de las soluciones, mejorando su aceptación e inclusión al ámbito académico y por fuera de éste.

Capítulo 3: Modelo para el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales

Este estudio comparte un modelo de desarrollo modular enfocado a facilitar y fortalecer los procesos interdisciplinarios entre ingenieros y artistas, necesarios para la creación de ExId. Para este modelo se toman apartes de varios estudios y modelos que se encuentran cercanos al desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales (ExId), y que han sido presentados en el marco teórico. Éstos se analizan e hilan ya que la yuxtaposición de diferentes metodologías y epistemologías es un método para provocar el pensamiento e identificar conexiones que pueden conducir al desarrollo de nuevos conocimientos (Kerne, 2005).

Desde el desarrollo de videojuegos se usan partes del modelo que presentan Saiqa Aleem, Luiz Fernando Capretz y Faheem Ahmed (2016), de los tres factores clave para su *modelo de desarrollo de juegos digitales* se toman dos: la *perspectiva del desarrollador* y la *perspectiva del consumidor*; también se consideran algunas actividades que los autores presentan como parte del proceso de desarrollo de videojuego. Del lado del *diseño de experiencias de usuario* se emplea el *Marco de investigación para las experiencias de usuario* que propone Sascha Mahlke (2008). Además se consideran en diferentes aspectos del modelo que acá se construye, los tres núcleos principales del *Modelo de Proceso de La Ingeniería de La Usabilidad y La Accesibilidad* propuesto por

Lorés, Granollers y Lana (2002). También se usarán varios de los aspectos del *Modelo teórico para el desarrollo de interacciones estéticas* que proponen Hsieh y Cheng (2016), un estudio que al igual que varios de los anteriores considera la perspectiva de la *HCI*. Y desde el lado de la *educación*, se integran algunos de los principios rectores propuestos por Pepler (2013) para la educación informática con STEAM.

Los modelos de trabajo analizados anteriormente, el marco presentado en torno al desarrollo de ExId en la academia y el *Estudio de Caso* hecho en la Universidad de Antioquia (UdeA), señalan la necesidad del trabajo interdisciplinar, ya que los componentes de los distintos proyectos sobrepasan las fronteras de un área del conocimiento.

Los anteriores estudios confluyen en este *Modelo para el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales (Mdx)* que ofrece una alternativa para el desarrollo de ExId en la academia, especialmente para fortalecer aspectos que se identificaron como problemáticos en el [Estudio de Caso](#), donde se analizó el desarrollo de ExId por parte de ingenieros y artistas de la Universidad de Antioquia.

A continuación se presenta el *Modelo para el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales (Mdx)* elaborado en este estudio.

Las partes del modelo

Este modelo presenta la creación de ExId en la academia como un sistema para facilitar su entendimiento y ejecución, a los actores de distintas disciplinas que se requieren para estos desarrollos. Este modelo cuenta con 2 entradas, 5 unidades, 3 salidas y cinco (5) roles, donde los ingenieros y artistas, trabajando de forma interdisciplinaria como creadores y los demás son administradores, líderes, interactores e interesados. Estos componentes se relacionan en 3 etapas. Un esquema general del modelo y la relación entre sus partes puede verse en la figura 3.1.

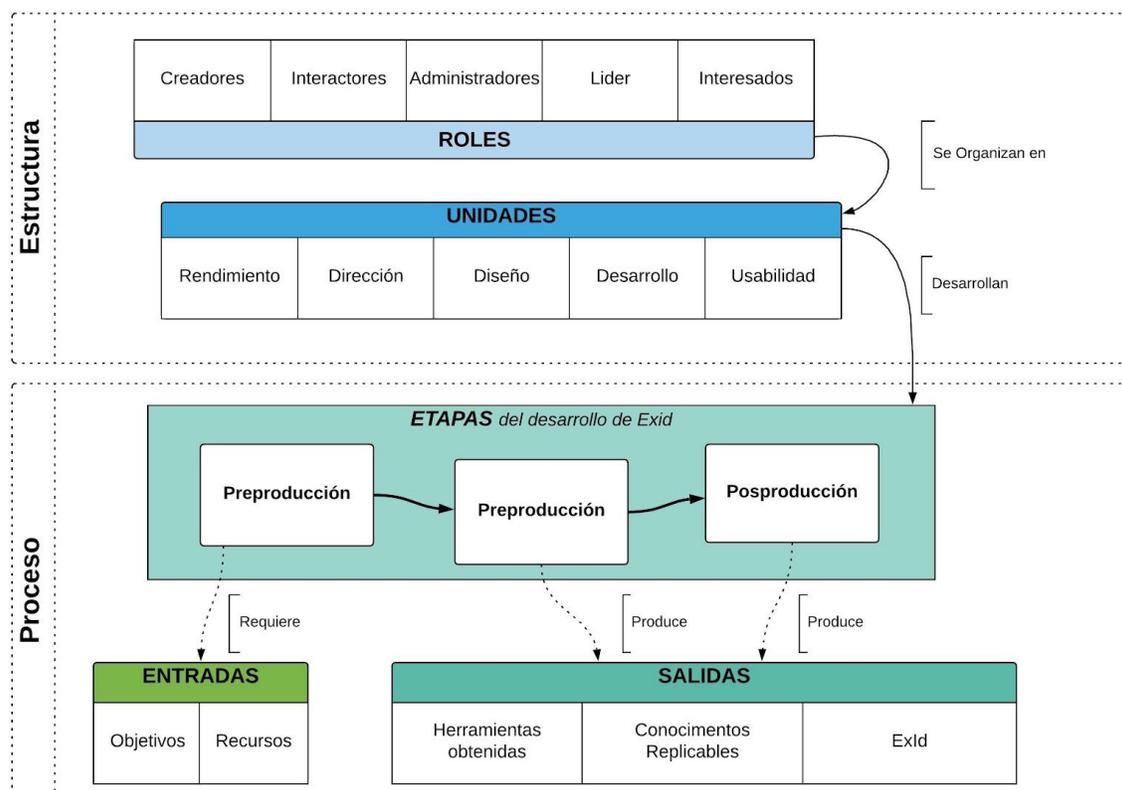


Fig. 3.1: Esquema general del modelo Mdx.

Las Entradas

Objetivos del Desarrollo

En la Universidad se desarrollan ExId no sólo con el fin de alcanzar o profundizar en conocimientos de cada Facultad, sino que estos proyectos vienen acompañados de intereses temáticos que van más allá de los conocimientos de la ingeniería o las artes. Las ExId pueden ser usadas para intereses de cualquier área del conocimiento con un gran impacto en los usuarios, ejemplo de esto puede verse en el estudio de caso, donde además de los conocimientos abordados por las Facultades de Ingeniería y Artes, se hizo necesario el trabajo con médicos, educadores, psicólogos, administradores, físicos, entre otros.

De acuerdo a los intereses puestos en el desarrollo, deben definirse objetivos claros que incluyan a los usuarios objetivo y el tipo de emociones que se busca generar en éstos al convertirlos en interactores de la experiencia. Esta tarea se puede desarrollar considerando la modalidad semiótica presentada por Elleström (2010), aclarando los significados que se quieren originar sobre la materialidad y la espacio temporalidad de los medios de la experiencia cuando éstos sean percibidos e interpretados por el interactor.

Los Recursos del Desarrollo

Los recursos son los medios que se disponen para lograr el desarrollo que se pretende. Para el desarrollo de ExId los recursos se agrupan en Recurso Humano (RH), Recurso Técnico (RTcn), Recurso de Tiempo (RTmp) y Recurso Presupuestal (RP). Considerando que desde la Universidad en la gestión de éstos se debe priorizar el crecimiento del RH sobre los demás recursos, los que a su vez sirven y deben orientarse para favorecer el crecimiento del RH en la ejecución de las tareas que le permiten el alcance del propósito de la empresa emprendida.

Un desbalance en los recursos Técnicos o Humanos puede ser ajustado con cambios en el RP. En el caso de un desbalance en el RH, éste se puede suplir sumando al desarrollo nuevos recursos humanos con los conocimientos necesarios o sumando tiempo al desarrollo para que los desarrolladores adquieran el conocimiento necesario, esto último puede suponer una baja en los demás recursos y/o el agotamiento del RH.

Los cuatro grupos de recursos propuestos comprenden:

- **Recurso Humano (RH)**
 - Desarrolladores de la experiencia
 - Usuarios que participan en el desarrollo de la experiencia
 - Expertos temáticos
- **Recurso Técnico (RTcn)**
 - Sensores
 - Actuadores
 - Herramientas de software
 - Capacidad de cómputo
 - Medios de comunicación

- Espacios
- **Recurso de Tiempo (RTmp)**
 - Tiempo disponible para las tareas requeridas en el desarrollo
- **Recurso Presupuestal (RP)**
 - Dinero disponible para las distintas etapas y tareas del desarrollo.

Los Roles

Actores de diversas disciplinas básicas requeridas para el desarrollo. Las necesidades temáticas y técnicas pueden hacer necesarios otros actores en el desarrollo. Sin embargo, como en la mayoría de proyectos vistos en el Estudio de Caso, los integrantes del proyecto pueden desarrollar uno o varios de los roles.

Líderes (Ldr)

Son quienes deben velar por una implementación de todos los procesos que posibilitan el desarrollo de la experiencia, teniendo gran claridad de las necesidades y alcances del proyecto de desarrollo. Estos actores deben coordinar el equipo y las dinámicas de trabajo en el desarrollo, estableciendo una buena comunicación entre los demás actores. Además, deben gestionar los activos de nuevo conocimiento que se logren en el desarrollo de la experiencia.

Administradores (Adm)

Son quienes deben mantener un alto rendimiento de los recursos disponibles para el desarrollo a través de una adecuada gestión de éstos y de los activos alcanzados en el proceso. Además en acuerdo con los demás actores deben gestionar estrategias para generar valor con el desarrollo y buscar que los activos logrados tengan aplicación más allá del proyecto en que se desarrollan.

Interesados (Idos)

Los interesados son quienes financian los desarrollos, y/o aquellos expertos en los dominios involucrados en el objetivo del desarrollo. Los interesados deben vincularse, al menos en los momentos clave que se señalan más adelante, para el desarrollo ExId en la universidad, por ser las personas conocedoras de la problemática que se desea abordar, expertos temáticos que ayudan a orientar el proceso en el cumplimiento de los objetivos. Además muchas veces son quienes tienen el interés de convertir sus usuarios en interactores para lograr influencias en ellos.

Interactores (Intr)

El interactor, como se presenta en capítulos anteriores, es el individuo cuyo actuar es tomado por el artefacto como mensaje, para a su vez dar pie al cambio en el artefacto y generar una interacción como la entendemos aquí. También es quien alcanza las emociones buscadas con el artefacto interactivo digital y quien al

vivir la experiencia logra un entendimiento de lo que sugiere ésta.

El interactor, quien será el usuario de la experiencia resultante deberá estar presente al inicio del desarrollo de las ExId para ayudar a los diseñadores a hacer una acertada caracterización de él y a definir los requisitos de usabilidad que tendrá la experiencia. El usuario también debe participar en las pruebas a los desarrollos alcanzados para un adecuado seguimiento de los mismos.

Creadores (Crd)

Ya que los artefactos comprenden aspectos funcionales y no-funcionales y por lo general los conocimientos e instrumentos necesarios para desarrollar a cabalidad ExId son tan diversos que no se encuentran en una sola área del conocimiento y difícilmente los alcanza una sola persona, se hace necesario el trabajo interdisciplinar par abordar los aspectos técnicos y estéticos de la experiencia.

En el modelo que acá se expresa, los ingenieros están a cargo de la funcionalidad operativa del artefacto interactivo digital, pero también deben de proyectar junto a sus colegas, a partir del levantamiento de requisitos, el alcance de los recursos humanos, técnicos y presupuestales disponibles, en relación al tiempo y los objetivos trazados.

Para los ingenieros la interacción con profesionales de otras áreas del conocimiento -como los artistas o administradores- y la creciente disponibilidad de herramientas de desarrollo, llevan

requisitos que van más allá del laboratorio de informática (Kerdvibulvech, 2015).

El artista que trabaja en el desarrollo de ExId, debe estar en capacidad de crear y manipular elementos de los Nuevos Medios, debe tener la alfabetización digital suficiente para “*entender información -y más importante- evaluar e integrar información de múltiples formatos que el computador puede ofrecer*” (Gilster, 1997, p.1). En otras palabras, debe poder trabajar con archivos de imagen, sonido, video, objetos 3D, datos, entre otros elementos digitales que serán los componentes básicos modulares que constituyan los aspectos estéticos del artefacto interactivo digital. El trabajo del artista entonces, es desarrollar una estética pragmática, como lo nombran Hsieh y Cheng (2016), la cual debe enfatizar la intención de la estética en el diseño de un sistema interactivo y en el sentimiento estético que surge en el proceso de uso de éste.

En continuidad con las ideas de Hsieh y Cheng (2016), la estética pragmática debe inducir la percepción del usuario y permitir que éste logre al menos una básica comprensión de la ExId que se le presenta. En la consolidación de una estética pragmática, la construcción de los elementos estéticos del artefacto interactivo, sin dejar de ser creativa e innovadora, debe documentarse de modo que pueda ser estudiada y replicada, para ello resulta estratégico para los artistas usar la herramienta de la *investigación-creación*, la cual es una manera de formalización del conocimiento con la que el campo del arte pretende estar al nivel de la comunidad académica y científica frente al debate sobre la generación de conocimiento (Daza, 2009).

Quienes diseñen y desarrollen ExId deben reconocer que el rol de la estética no se trata simplemente de las creaciones visuales, sino que también los desarrollos estéticos juegan un importante papel en inducir al usuario al rol de interactor cuando interactúa con la interfaz del artefacto (Hsieh y Cheng, 2016).

Partiendo del texto “*Information Arts: Intersections of Art, Science, and Technology*” (Wilson, 2002), se enlistan algunas características que acá se proponen comunes a los ingenieros y artistas que se aventuren al desarrollo de ExId:

- Valorar la observación cuidadosa de su ambiente para tomar información a través de sus sentidos.
- Ser capaces de usar modelos abstractos para entender el mundo.
- Valorar la creatividad.
- Proponer e introducir cambios, innovaciones o mejoras sobre lo que existe.

Las Unidades

Las unidades son grupos de actores de acuerdo a los tipos de tareas. Éste modelo se compone de cinco (5) *Unidades* que agrupan quince (15) *Actividades Clave* para el desarrollo de ExId como funciones que deben llevar a cabo los actores que participan de cada unidad. A continuación se enlistan las unidades propuestas, sus funciones, las herramientas y los roles básicos sugeridos para cada unidad; ha de señalarse que, al propender por la

interdisciplinaria en este modelo, el señalar estos roles base no excluye la participación de otros actores.

Unidad de Rendimiento

Esta unidad genera estrategias para buscar el crecimiento del valor al interior del desarrollo. En tal sentido se encarga de definir los objetivos de la ExId, los cuales pueden ser orientados en relación a oportunidades en la demanda u oferta. Proyecta el alcance de los objetivos a partir de los recursos disponibles para el desarrollo. De acuerdo a los componentes clave que se definen para la ExId, crea y gestiona un plan para el manejo de los activos resultantes y un plan de acción frente a los riesgos en el desarrollo.

Roles:

- Administradores
- Líderes
- Interesados

Funciones:

1. Gestión de activos
2. Orientación al mercado
3. Manejo de riesgos

Herramientas sugeridas:

- Software libre
- Hardware libre
- Cloud computing
- Aseguradoras

Unidad de Dirección

Esta unidad crea un equipo de trabajo acorde a los objetivos y recursos del proyecto, acuerda con los distintos actores estrategias de trabajo y comunicación, y crea estrategias para vincular al proyecto interesados en desarrollo y posibles interactores.

Roles:

- Administradores
- Líderes

Funciones:

1. Gestión del equipo
2. Manejo de comunicaciones
3. Gestión de relaciones con interactores e interesados

Herramientas sugeridas:

- Software libre
- Herramientas de Ofimática en línea
- Estrategias de manejo de proyectos las cuales permitan mantener equipos de trabajo dinámicos y organizados, incluyendo estrategias de comunicación adentro y afuera del grupo.

Unidad de Diseño

Esta unidad define los requisitos de la ExId, crea los primeros prototipos de los componentes clave de la ExId y un

documento guía que presenta un marco para el desarrollo tanto de los componentes funcionales como de los no-funcionales.

Roles:

- Creadores

Funciones:

1. Gestión de requisitos
2. Prototipado
3. Creación del documento guía del desarrollo

Herramientas sugeridas:

- Documento guía del desarrollo
- Software Libre
- Hardware Libre

Unidad de Desarrollo

Esta unidad define y desarrolla los componentes clave de la ExId; crea una arquitectura de la experiencia, la cual contempla una estructura lógica de los componentes funcionales y no-funcionales, aplica las técnicas para desarrollar éstos; y gestiona las necesidades de mantenimiento y soporte que pueda tener la ExId.

Roles:

- Creadores

Funciones:

1. Desarrollo de la Arquitectura de la experiencia
2. Mantenimiento y soporte

3. Manejo de las herramientas de desarrollo

Herramientas sugeridas:

- Software libre
- Hardware libre
- Motores de desarrollo
- Lenguajes de programación orientados a objetos
- Modelos de desarrollo ágiles: Scrum, XP, RAD.
- Modos de Elleström

Unidad de Usabilidad

Estudia las necesidades y respuestas del usuario buscando lograr una adecuada usabilidad en la experiencia, gestiona las pruebas de los componentes clave de la experiencia, para analizar la usabilidad y la respuesta emocional de los usuarios frente a éstos y la ExId en general.

Roles:

- Creadores
- Líderes
- Interactores

Funciones:

1. Gestión de pruebas
2. Análisis de la usabilidad de la experiencia
3. Análisis del factor emocional

Herramientas sugeridas:

- Marco de investigación para las experiencias de usuario (Mahlke 2008).

Las Salidas

La principal salida del modelo son las Experiencias Interactivas Digitales. Éstas, sus componentes, las herramientas creadas para desarrollarlas y los conocimientos replicables adquiridos, son las salidas resultantes del desarrollo de ExId.

Proceso de desarrollo de ExId

Para el desarrollo de ExId en la Universidad, se plantean tres etapas adoptadas de la Ingeniería de Software enfocada al desarrollo de juegos: la *Preproducción*, *La Producción* y *La Postproducción* (Aleem et al. 2016). La *Preproducción* incluye el levantamiento de requisitos funcionales y no-funcionales, diseño de las mecánicas de la ExId incluidos en la construcción del *Documento Guía*, la planeación de la gestión de los activos, entre otros. La segunda etapa, *Producción*, contempla el desarrollo y documentación de los elementos funcionales y no-funcionales del artefacto. Y la última etapa, *Postproducción*, involucra las pruebas de usuario, ajustes y mantenimiento de la ExId.

A continuación se comparten en más detalle las etapas y se presentan modelos dinámicos usando la Notación de Modelos de Procesos de Negocio⁴⁵ BPMN2.0, ya que esta notación proporciona un estándar para la comunicación de procesos. Para cada etapa se ilustra de forma general la relación de las distintas unidades y sus actividades, las flechas señalan el flujo de las actividades, identificadas éstas con recuadros⁴⁶. En cada etapa el azul se utiliza para señalar objetos que serán usados en otras etapas y el verde para los objetos usados provenientes de otra etapa.

⁴⁵ Notación de Modelos de Procesos de Negocio, para más información visitar la siguiente URL: <http://www.bpmn.org/>

⁴⁶ Las convenciones usadas pueden verse en el adjunto [BPMN Básico](#). URL: <https://drive.google.com/open?id=1o7hJj133uHxLbtD-gatjUWg8ZQk4-e5Ua9gKwR9o-E>

Preproducción

Esta etapa incluye el levantamiento de requisitos funcionales y no-funcionales, diseño de las mecánicas de la ExId y la construcción del *Documento Guía*. Se hace necesaria la presencia del usuario en esta etapa porque como diría Núñez (2008), “las necesidades que se busca resolver son precisamente de ellos, no del ingeniero o artista, y es indispensable que éstos las entiendan a plenitud para un diagnóstico acertado” (p.36), por lo que uno de los principales retos en estos desarrollos es la comunicación entre diversos actores de base (Aleem *et al.*, 2016).

Para esta etapa se propone un desarrollo secuencial en el que todos los actores posibles participen en la construcción de:

- Objetivos del desarrollo
- Caracterización de usuarios.
- Estrategia de maximización del valor.
- Prototipos o bocetos de los elementos instrumentales y no-instrumentales del artefacto.
- Definición del *Documento Guía* para el desarrollo.

El diagrama 3.2 presenta de manera general las actividades que debe realizar cada unidad en el desarrollo de la Preproducción de la experiencia. Las flechas señalan el flujo de las actividades que tienen por propósito definir los objetivos del desarrollo, esclarecer los recursos, los requisitos y los componentes clave de la interacción para poder, a partir de estos, definir una guía para el desarrollo y planes tanto para gestión de los activos, como para las pruebas y el soporte de la experiencia.

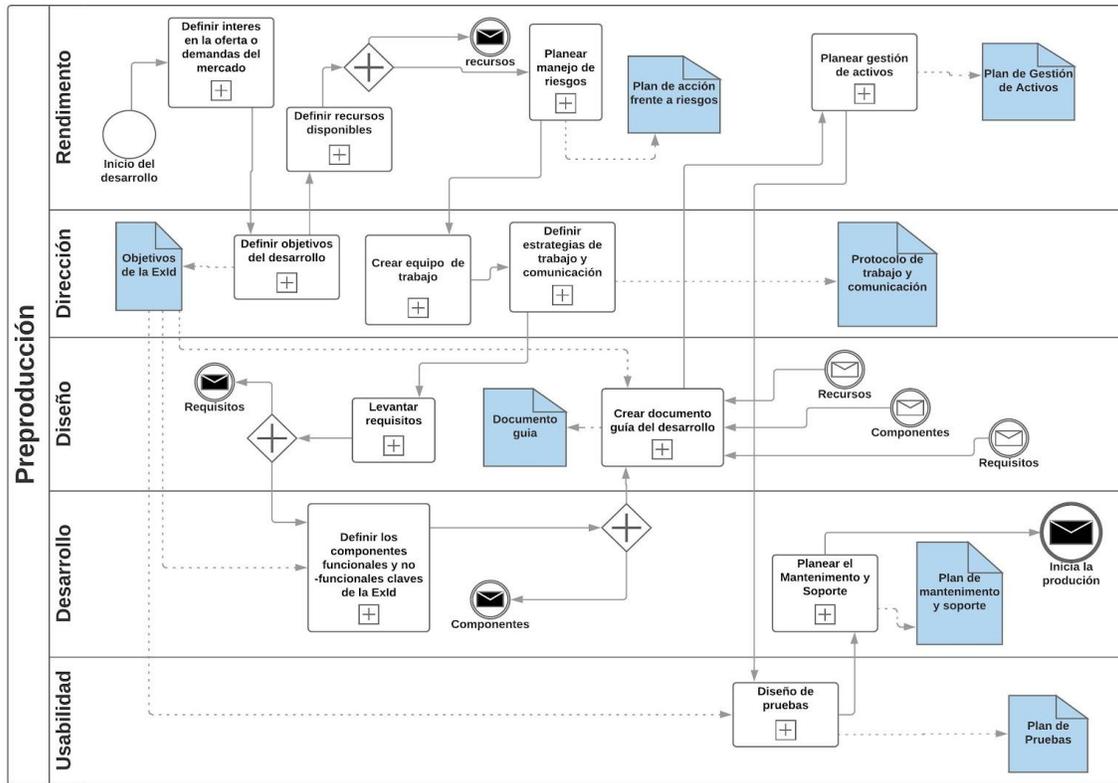


Fig. 3.2: Esquema general de la etapa de Preproducción de ExId.

-EL Documento Guía

El *Documento Guía* que se crea en esta etapa (ver figura 3.3) es un punto de convergencia de las entradas del modelo, un acuerdo documentado entre los actores, que recoge los requerimientos y las restricciones para el desarrollo de los componentes funcionales y no-funcionales del artefacto interactivo. De modo que el documento presenta tanto para los ingenieros como para los artistas, cuáles son los aspectos fijos y cuales variables del desarrollo técnico y estético, y en qué medida pueden ser modificados de acuerdo al objetivo de la experiencia, los usuarios de ésta y la disponibilidad de recursos. Allí también se definen, las *actividades clave* que se usarán en el desarrollo.

Se sugiere usar los tres elementos clave para el desarrollo de interacciones de humanos con tecnología digital que propone Mahlke (2008), para facilitar la construcción de los requisitos y las restricciones en el desarrollo de ExId. Para esto pueden relacionarse las características de los tres elementos clave: *usuario, sistema y contexto*, con los recursos disponibles para el desarrollo de la experiencia.

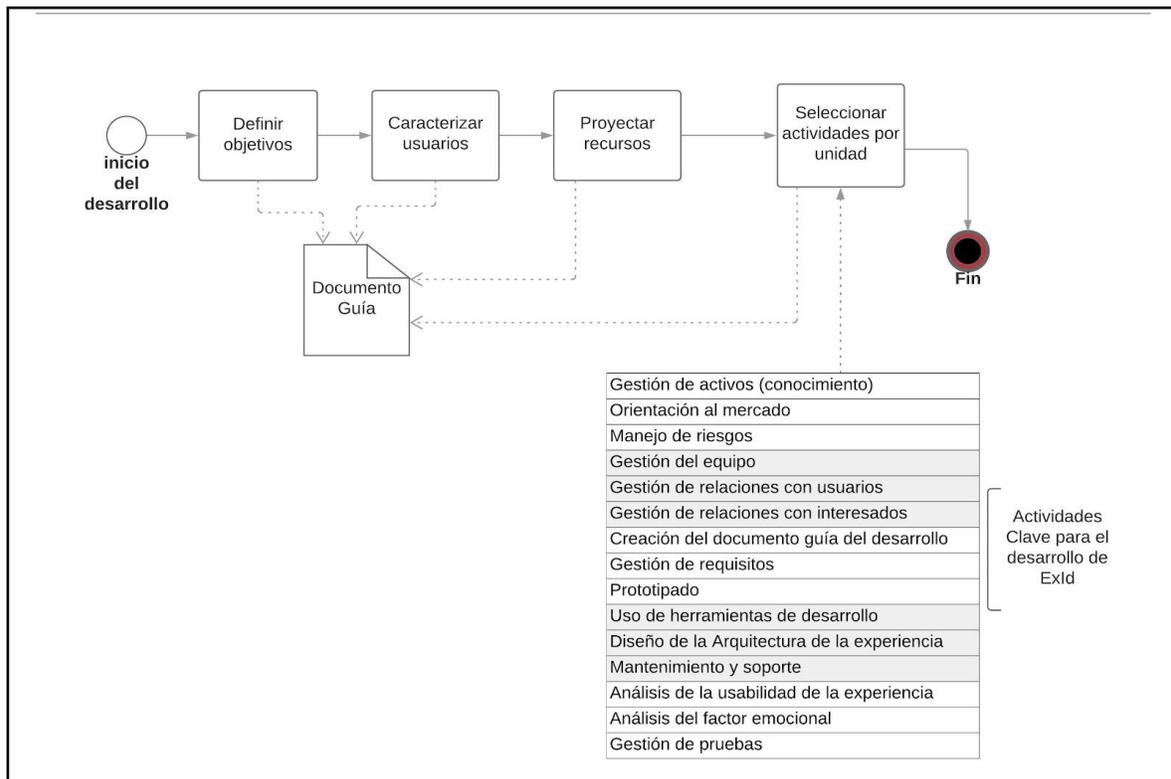


Fig. 3.3: Diagrama para creación del Documento Guía.

Producción

Esta etapa contempla el desarrollo y documentación de los elementos funcionales y no funcionales del artefacto. Se propone

como un desarrollo evolutivo en el que se documenta en paralelo el crecimiento de estos aspectos en la experiencia interactiva. Sin embargo, dado que se presentan los componentes del modelo como partes modulares, puede igualmente aplicarse con modelos de desarrollo en cascada.

En la figura 3.4 se presentan de manera general, las actividades que debe realizar cada unidad en la etapa de Producción de la experiencia. Las flechas señalan el flujo de las actividades de la etapa, que tienen por objetivo crear un prototipo del artefacto interactivo y documentar el proceso.

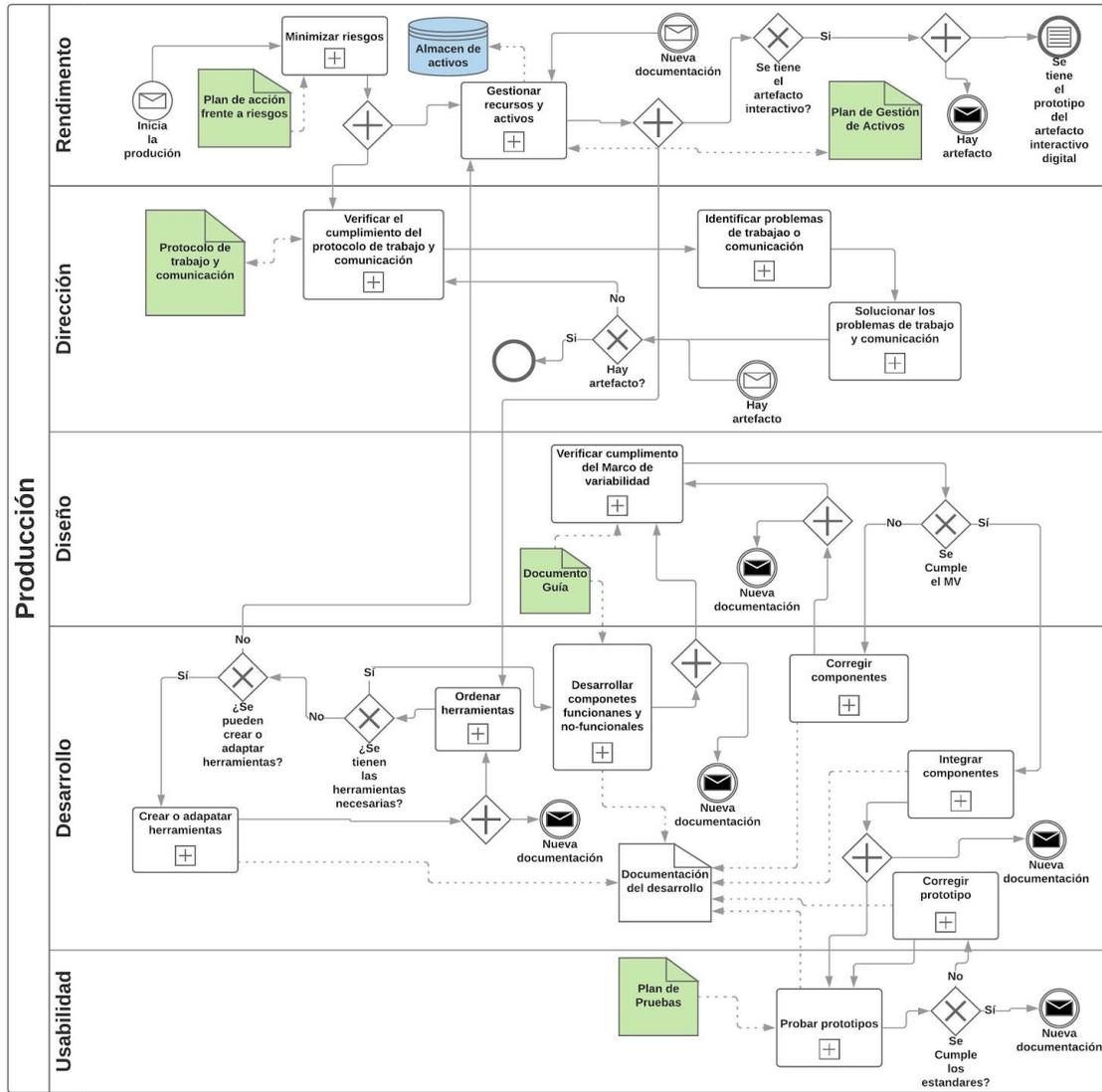


Fig. 3.4: Esquema general de la etapa de Producción de ExId.

-El artefacto interactivo

Los artefactos interactivos acá desarrollados son un conjunto de recursos de hardware y software que soportan las experiencias interactivas de las que se habla aquí. Pueden ser computadoras, tabletas, microcontroladores, dispositivos “smart” o cualquier otro aparato que presente un mecanismo digital usado o programado

por los desarrolladores para procesar información e intercambiarla con el usuario en tiempo real.

El desarrollo del artefacto interactivo digital debe considerar aspectos funcionales y no-funcionales, además de ser susceptible de cambios en su desarrollo conforme el *Documento Guía*. Para abordar los aspectos funcionales del artefacto deben considerarse sensores, actuadores, herramientas de software, la capacidad de cómputo disponibles en el desarrollo, los espacios y tiempos en que se ejecutará la experiencia interactiva.

Si bien la interfaz del artefacto interactivo digital debe cumplir con los criterios de usabilidad, ser simple, fácil de usar, amigable y placentera (Hsieh y Cheng, 2016), no se puede ignorar que en cuanto aumenta la complejidad de la pieza también aumenta significativamente la dificultad en la programación y la complejidad en los requerimientos funcionales del artefacto interactivo (Machin, 2002).

Posproducción

La última etapa contempla las pruebas de usuario, las correcciones pertinentes a los resultados de estas pruebas, la publicación de la experiencia interactiva final, el mantenimiento al desarrollo y el informe de los resultados.

Esta etapa se propone como un desarrollo evolutivo en el que se documente en paralelo la validación y las correcciones de los aspectos funcionales y no-funcionales de la experiencia interactiva. Particularmente la validación de requisitos no

instrumentales como la diversión o las emociones, resulta complejo porque es totalmente dependiente del público objetivo (Aleem et al., 2016), por lo que, también en esta etapa se hace necesaria la participación del usuario. En concordancia a las ideas de Elleström (2010), es desde la dimensión perceptiva del usuario sobre la materialidad del artefacto que puede ser posible definir el sentido de la experiencia. Por esto, para tener claridad sobre la experiencia del interactor, se propone usar parte del marco de investigación para las experiencias de usuario de Mahlke (2008), particularmente analizar en la experiencia del interactor, la *Percepción de Lo instrumental*, la *Percepción de Lo no-instrumental* y las *Reacciones emocionales*.

En la figura 3.5 se presentan de manera general las actividades que deben hacer cada unidad en el desarrollo de la Posproducción de la experiencia. Las flechas señalan el flujo de las actividades que tienen por objetivo crear una ExId conforme a los objetivos del proyecto.

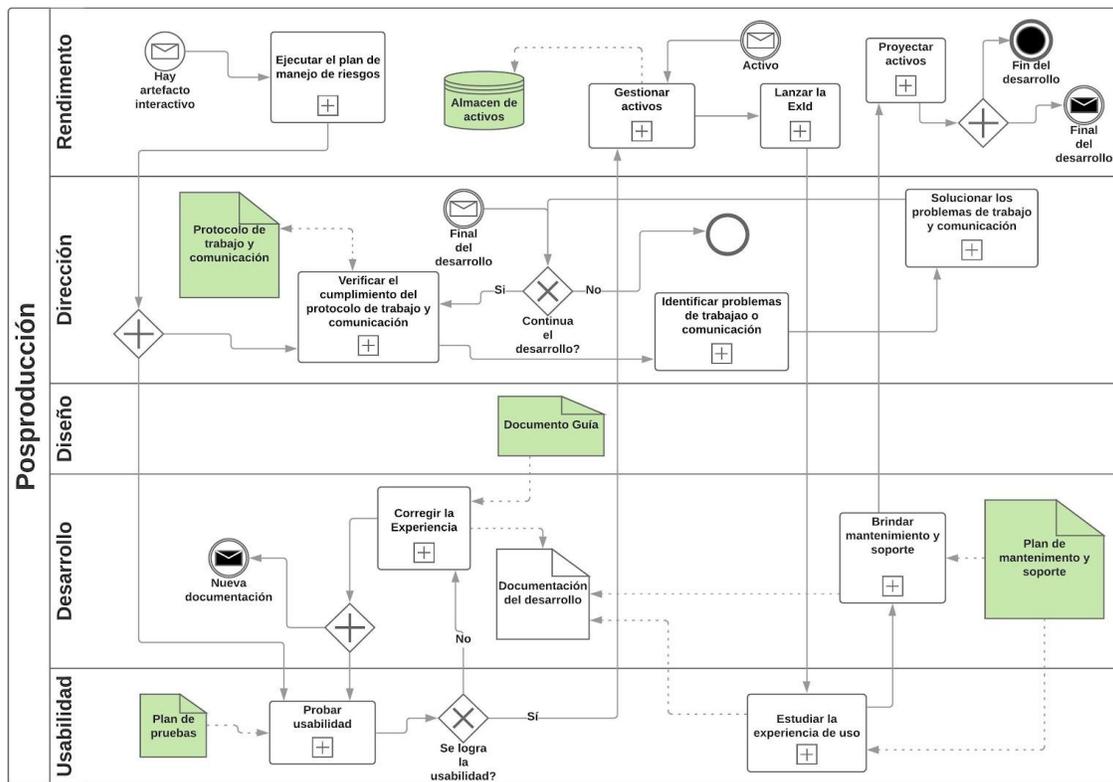


Fig. 3.5: Esquema general de la Posproducción de ExId.

-Las ExId

Las experiencias interactivas digitales que se espera lograr con la aplicación de este modelo, corresponden, como se presentó en el primer capítulo, a la ejecución de aquellos artefactos digitales que requieren la participación consciente y activa de un interactor, a través de un intercambio de mensajes para buscar generar en éste las emociones y/o entendimientos que tienen por objetivo el desarrollo al que pertenecen. Estos mensajes son estímulos sensoriales que van en doble vía y en tiempo real entre interactor y artefacto interactivo digital. A continuación se ilustra en la figura 3.6 las ExId resultantes de este proceso.

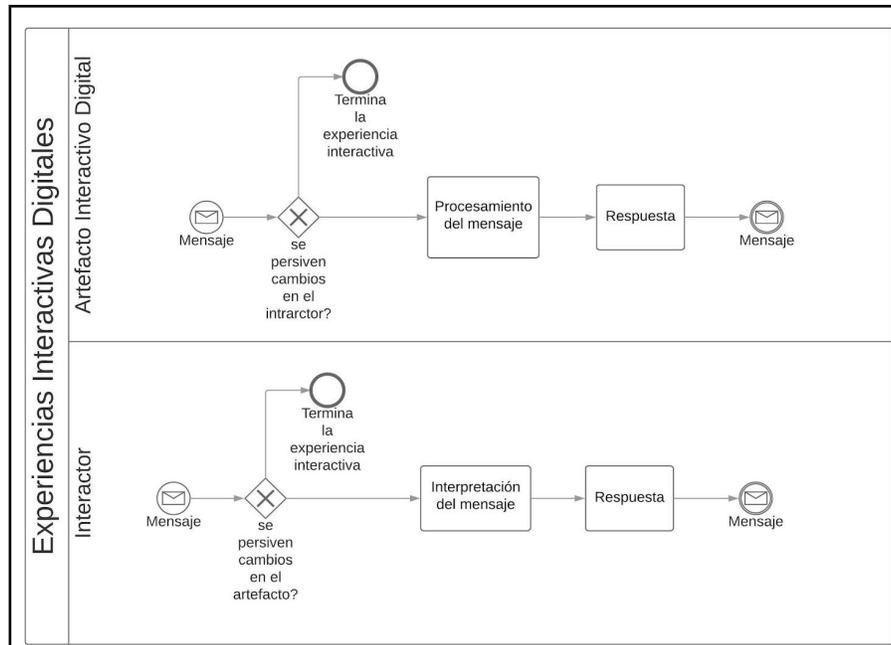


Fig. 3.6: Experiencias interactivas digitales Modeladas con BPMN⁴⁷.

Unidades en cada etapa

Para cada una de las cinco unidades se presenta a continuación un modelo dinámico que ilustra su participación en las tres etapas del desarrollo. Esta separación por unidades se hace con el fin de facilitar el entendimiento del modelo y no es excluyente, por el contrario para un desarrollo ideal deberían estar en cada etapa todas las unidades presente e integradas.

A continuación se presenta las unidades en cada una de las etapas, se resalta con color en el borde las actividades que se relacionan directamente con la unidad y se dejan en negro las que pertenecen a otra unidad, pero son compartidas para dar claridad sobre los procesos que se está ilustrando. Algunas de las tareas

⁴⁷ Notación de Modelos de Procesos de Negocio, para más información visitar la siguiente URL: <http://www.bpmn.org/>

de las unidades pueden darse sólo en una etapa y otras en varias, acá se resaltan sólo las que pertenecen a la etapa ilustrada.

Unidad de Rendimiento

Los actores de esta unidad en la preproducción dan inicio al desarrollo de la ExId definiendo los objetivos de ésta y proyectando el uso de los recursos disponibles. Se espera a que con esta información los Creadores definan los componentes clave de los aspectos funcionales y no-funcionales de la experiencia, y a partir de estos se crea un plan para gestionar los activos que se produzcan durante el desarrollo y se valoran los riesgos de éste, creando un plan de acción consecuente. A continuación, en la figura 3.7, se ilustra la unidad de Rendimiento en la etapa de preproducción.

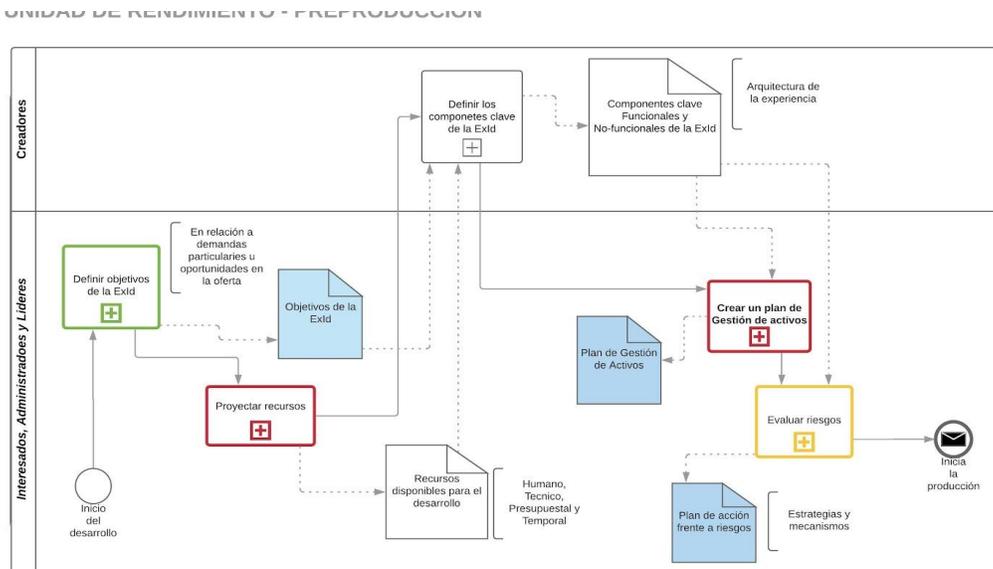


Fig. 3.7: Unidad de Rendimiento en la etapa de Preproducción

En la producción la unidad se encarga de ejecutar el plan de gestión de riesgos, para dar pie a que los creadores desarrollen,

integren componentes de la experiencia. Cuando estos componentes representan activos para el grupo de desarrollo, la gestión de activos es ejecutada por esta unidad, hasta obtener el artefacto interactivo. A continuación, en la figura 3.8, se ilustra la unidad de Rendimiento en la etapa de producción.

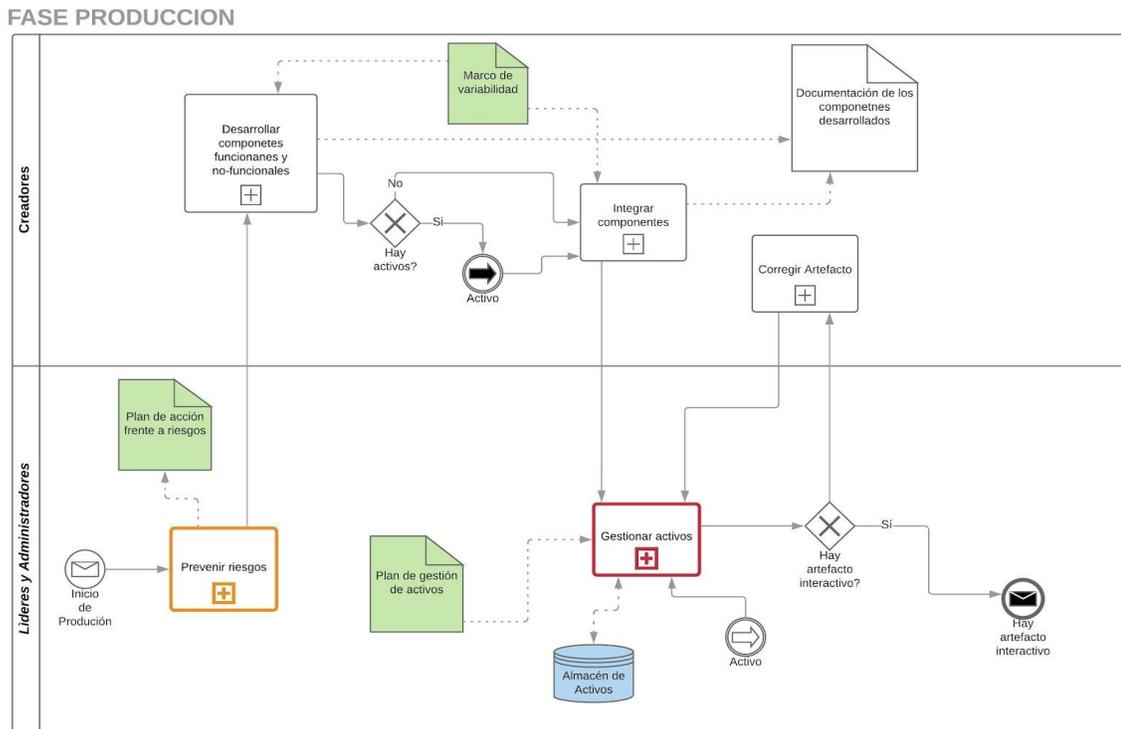


Fig. 3.8: Unidad de Rendimiento en la etapa de Producción.

En la etapa final esta unidad continúa con el manejo de riesgos en la etapa, que incluye las pruebas de usabilidad, las correcciones del artefacto y el lanzamiento de la experiencia. Los creadores desarrollan pruebas de usabilidad y realizan las correcciones necesarias para lograr la ExId buscada. La unidad gestiona los activos resultantes de las pruebas y correcciones, y crea estrategias para proyectar éstos. Una vez lograda la ExId, procede al lanzamiento de ésta. A continuación, en la figura 3.9, se ilustra la unidad de Rendimiento en la etapa de posproducción.

FASE POSPRODUCCIÓN

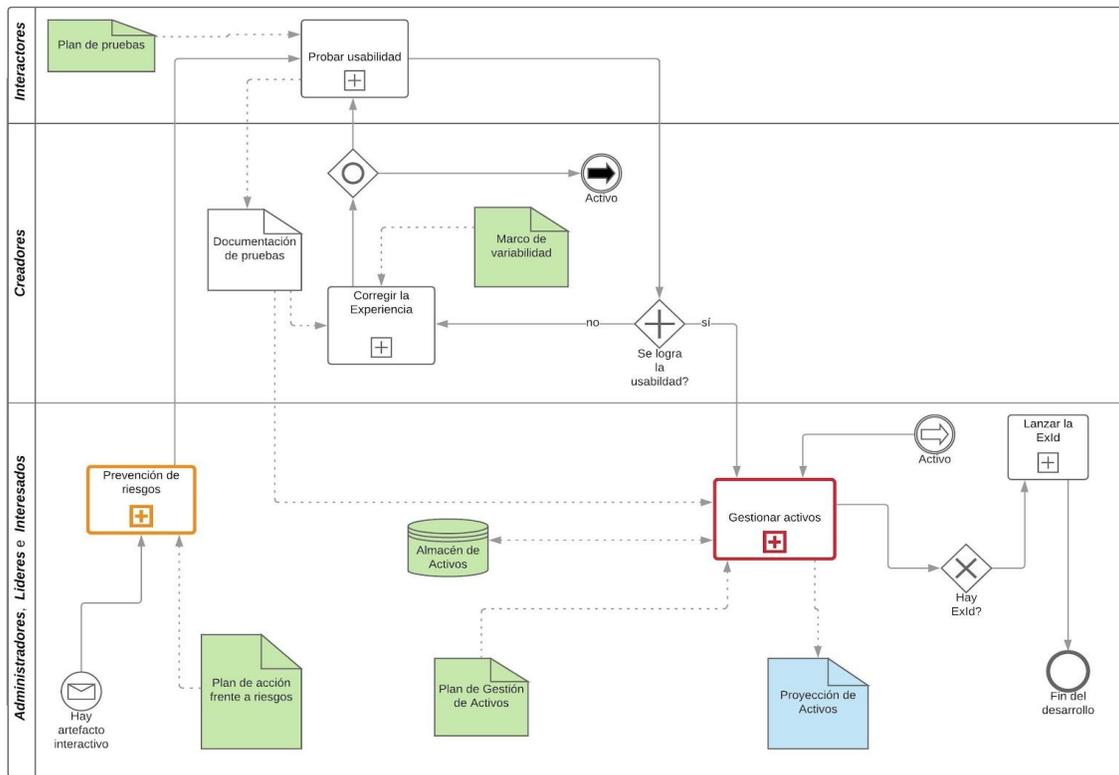


Fig. 3.9: Unidad de Rendimiento en la etapa de Posproducción.

Unidad de Dirección

Una vez definidas las entradas (objetivos y recursos) en la preproducción la unidad se encargan de crear el equipo de trabajo, gestionar las relaciones con los interesados e interactores y acordar las estrategias de trabajo y comunicación con los distintos roles. A continuación, en la figura 3.10, se ilustra la unidad de Dirección en la etapa de preproducción.

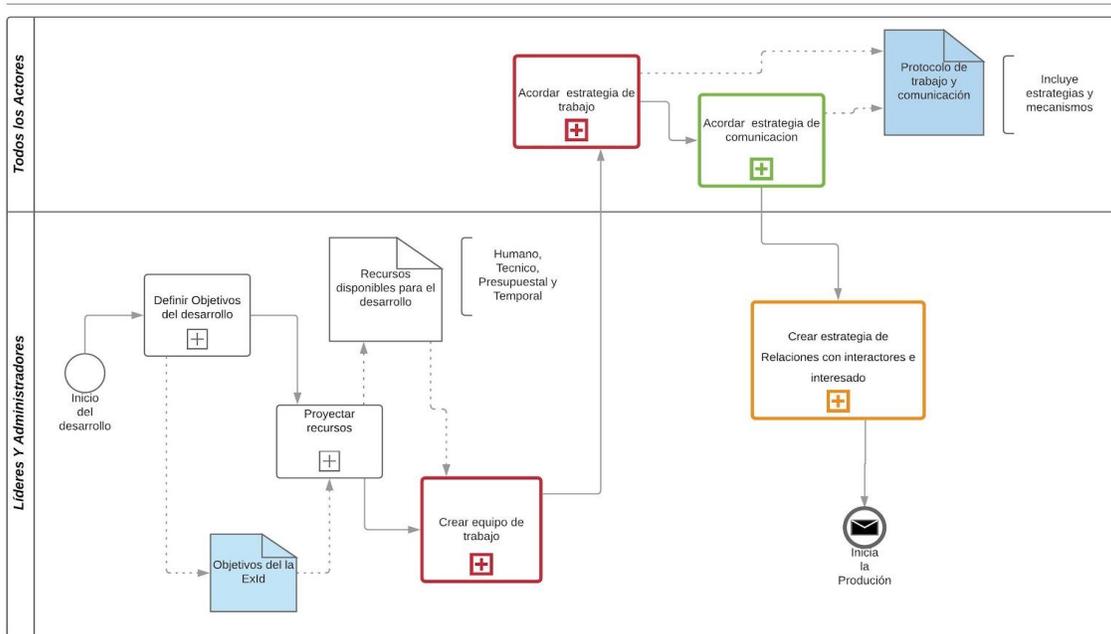


Fig. 3.10: Unidad de Dirección en la etapa de Preproducción.

En la producción esta unidad se encarga de la aplicación de los protocolos de comunicación y trabajo, soluciona los problemas relacionados con estos aspectos y gestiona la participación de los interesados e interactores en el desarrollo. A continuación, en la figura 3.11, se ilustra la unidad de Dirección en la etapa de producción.

En la posproducción de igual modo que en la etapa anterior esta unidad se encarga de la aplicación de los protocolos de comunicación y trabajo, soluciona los problemas relacionados con estos aspectos y gestiona la participación de los interesados e interactores en el desarrollo. En la figura 3.11, también se ilustra la unidad de Dirección en la etapa de posproducción.

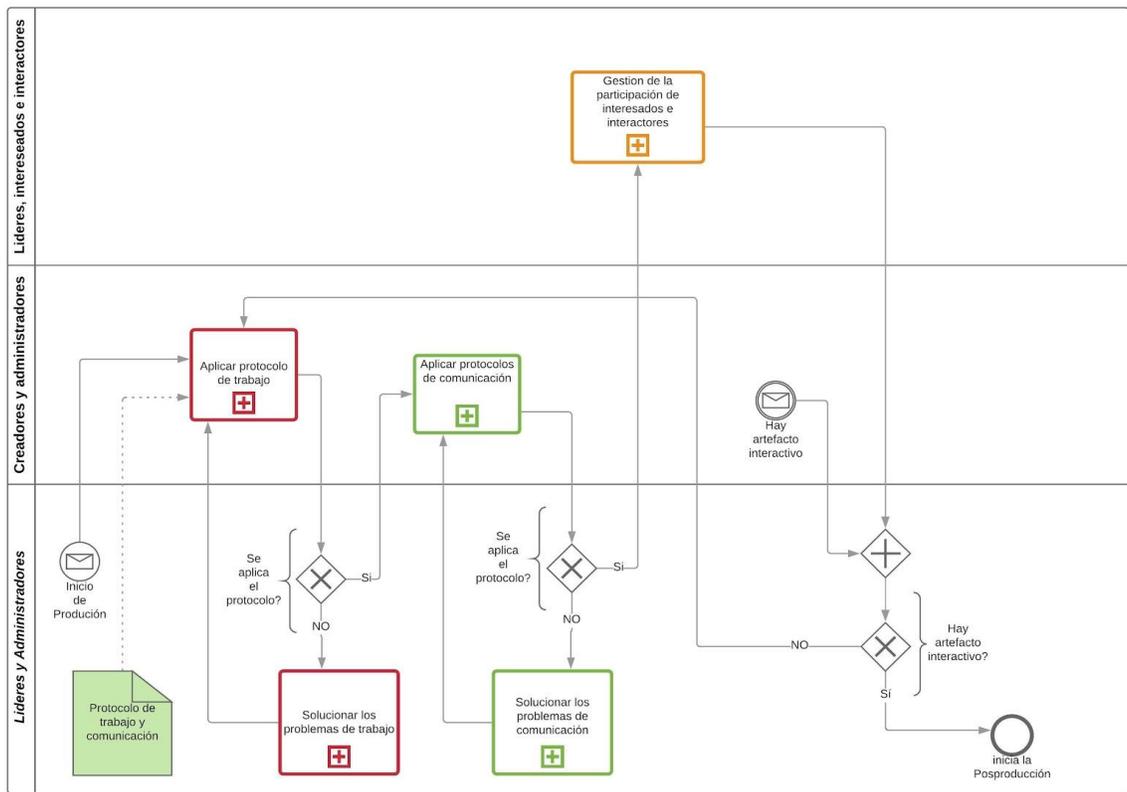


Fig. 3.11: Unidad de Dirección en las etapas de Producción y Posproducción.

Unidad de Diseño

Compuesta principalmente por los Creadores, esta unidad se encarga, durante la preproducción, de definir los requisitos y restricciones del desarrollo. Presenta prototipos de estos componentes a la unidad de dirección y a partir de la aprobación de estos crea un documento guía para el desarrollo. A continuación, en la figura 3.12, se ilustra la unidad de Diseño en la etapa de preproducción.

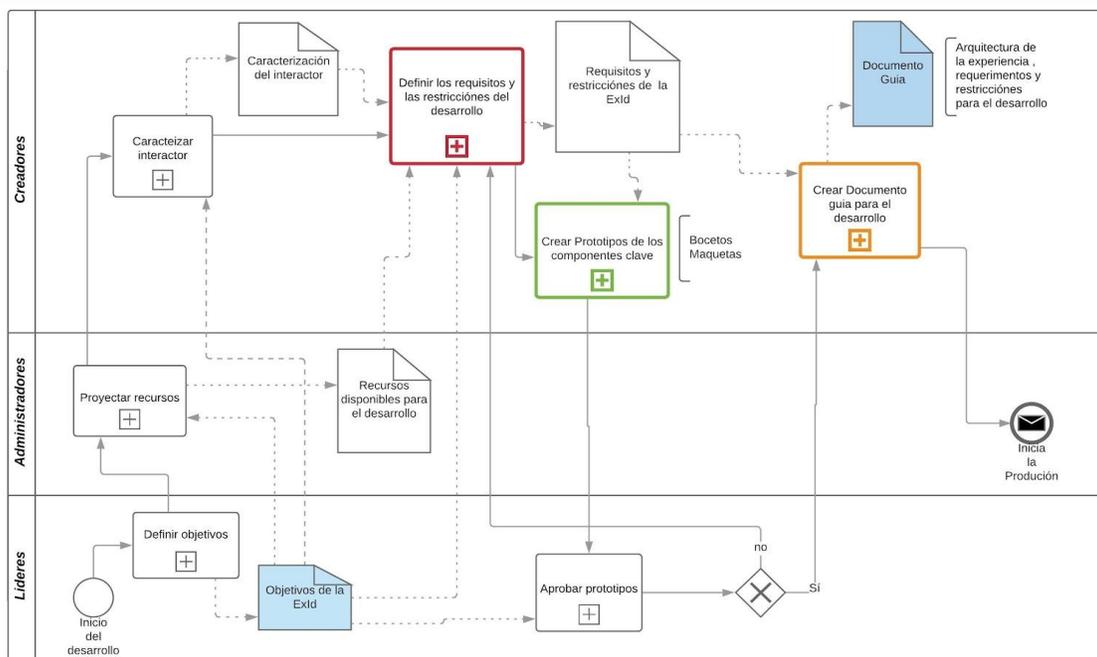


Fig. 3.12: Unidad de Diseño en la etapa de Preproducción.

Durante la producción esta unidad se encarga de las pruebas y correcciones de los prototipos del artefacto interactivo digital. A continuación, en la figura 3.13, se ilustra la unidad de Diseño en la etapa de producción.

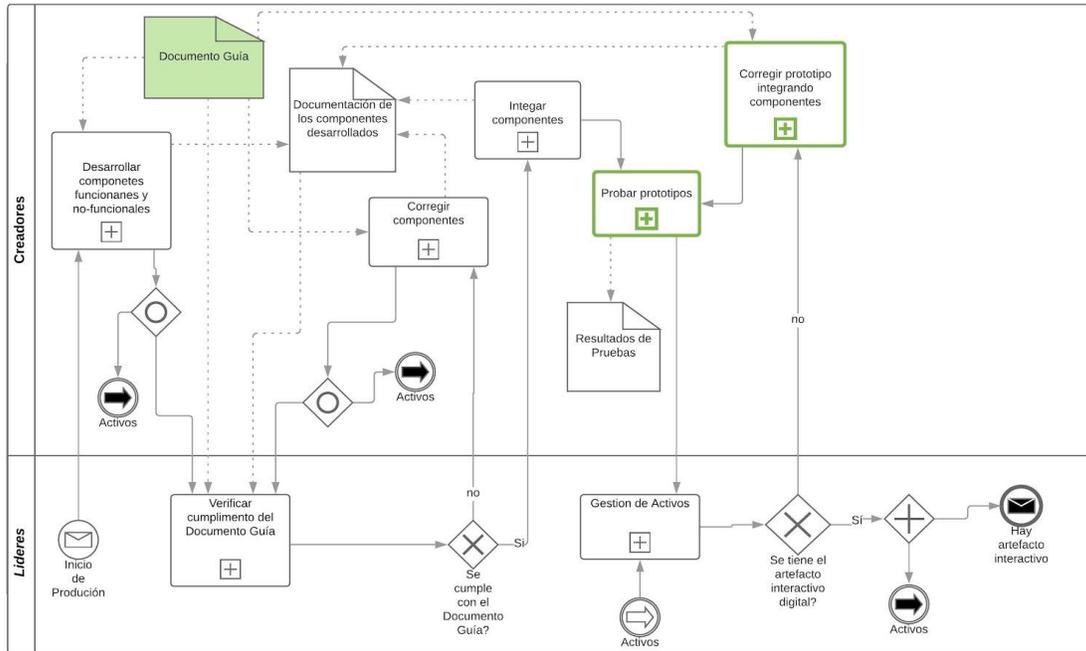


Fig. 3.13: Unidad de Diseño en la etapa de Producción.

En la etapa de la posproducción no participa esta unidad.

Unidad de Desarrollo

En la primera etapa esta unidad se encarga de definir los componentes clave de la arquitectura de la ExId, considerando tanto aspectos funcionales como no-funcionales. Y a partir de estos define las necesidades de mantenimiento y/o soporte que pueda tener la ExId, para crear un plan de acción consecuente. A continuación, en la figura 3.14, se ilustra la unidad de Desarrollo en la etapa de preproducción.

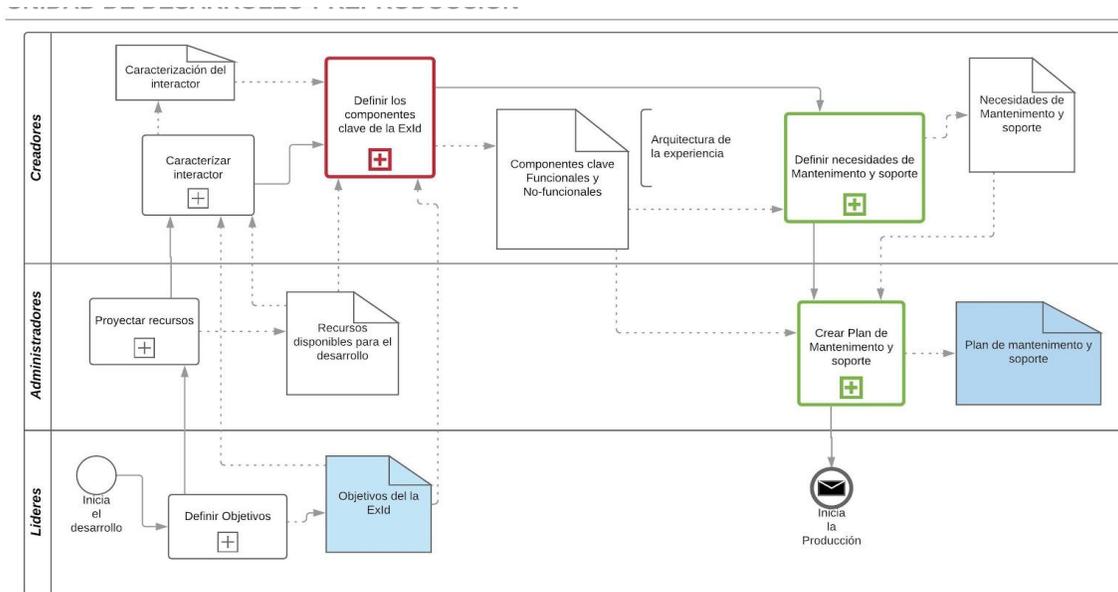


Fig. 3.14: Unidad de Desarrollo en la etapa de Preproducción.

En la producción la unidad ordena las herramientas que tiene disponibles para el desarrollo, crea y/o solicita las herramientas faltantes. Con las herramientas crea, corrige e integra los componentes funcionales y no-funcionales de la ExId hasta lograr el artefacto interactivo digital. A continuación, en la figura 3.15, se ilustra la unidad de Desarrollo en la etapa de producción.

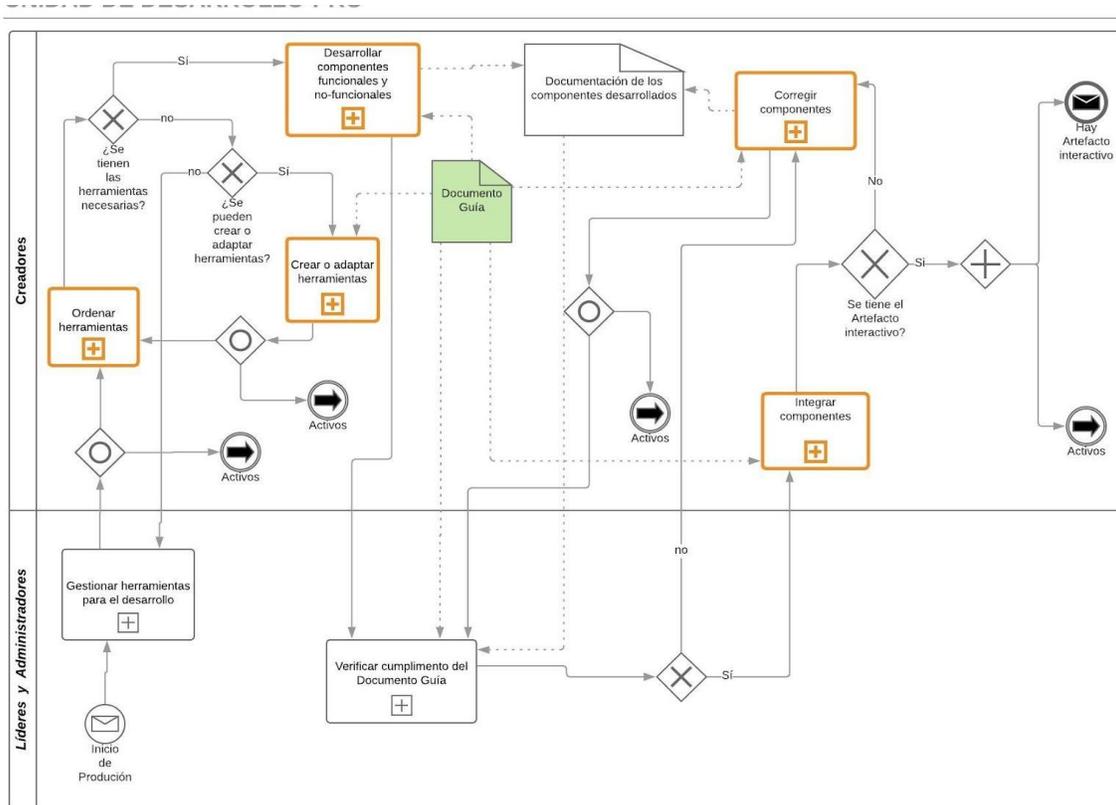


Fig. 3.15: Unidad de Desarrollo en la etapa de Producción.

En la posproducción la unidad realiza las correcciones necesarias para lograr la usabilidad buscada en la ExId y finalmente se encarga de brindar el mantenimiento y/o soporte necesario a la experiencia, una vez es lanzada ésta. A continuación, en la figura 3.16, se ilustra la unidad de Desarrollo en la etapa de posproducción.

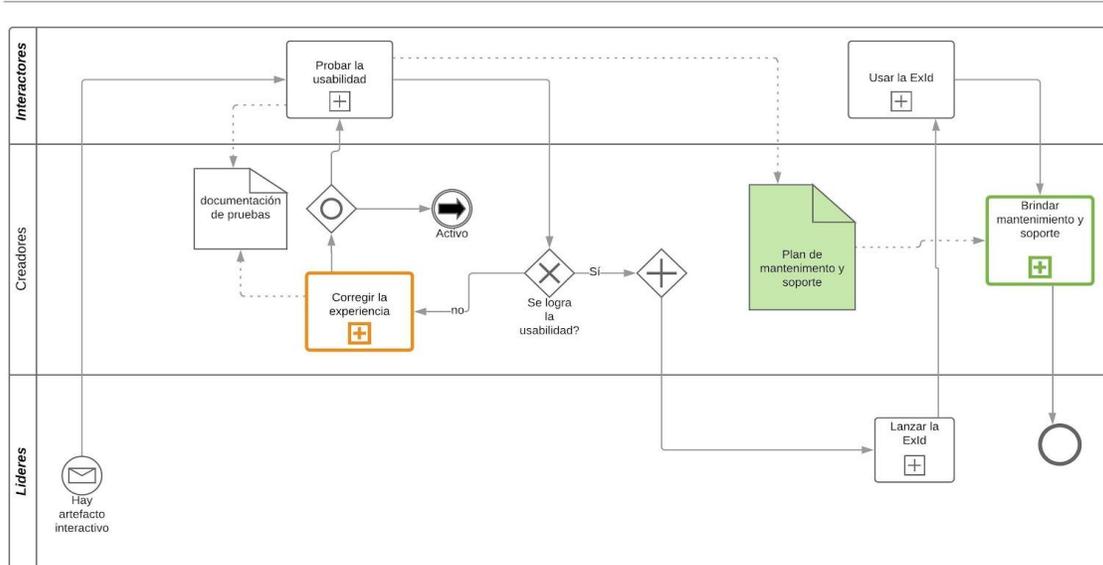


Fig. 3.16: Unidad de Desarrollo en la etapa de Posproducción.

Unidad de Usabilidad

En la primera etapa esta unidad se encarga de crear un plan de pruebas para analizar la usabilidad de la experiencia y la respuesta emocional del interactor. Para esto debe contar con que las correspondientes unidades definan previamente los componentes clave de la ExId. A continuación, en la figura 3.17, se ilustra la unidad de Usabilidad en la etapa de preproducción.

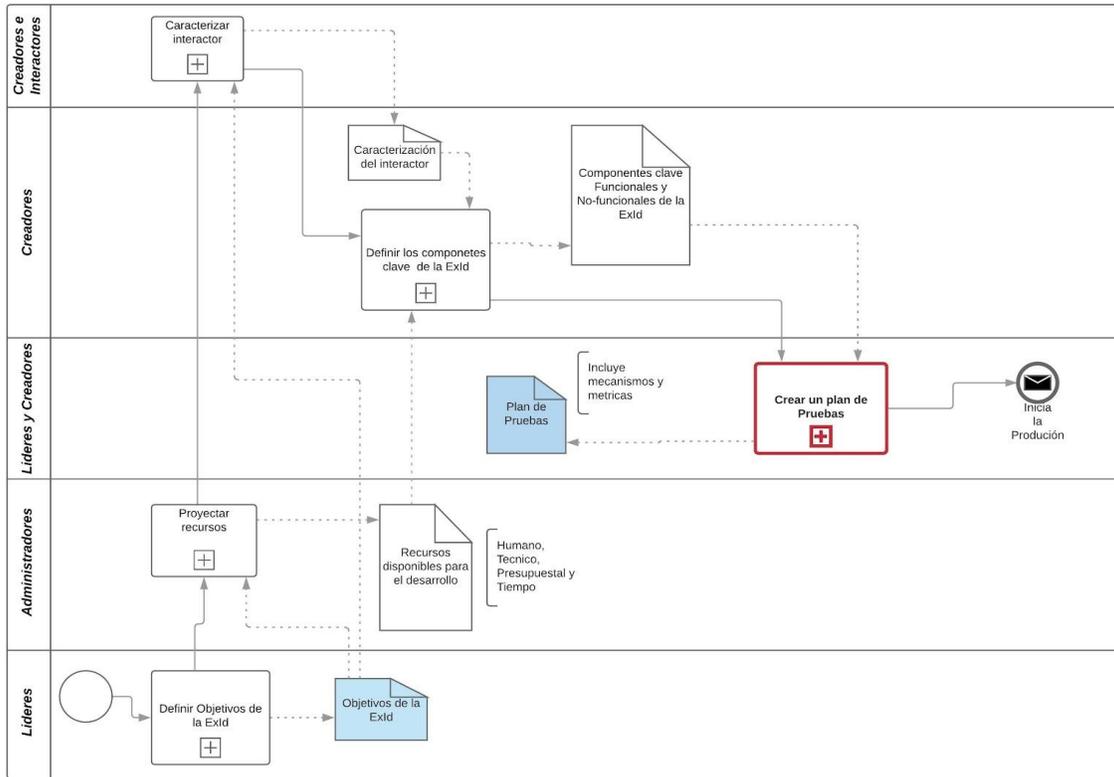


Fig. 3.17: Unidad de Usabilidad en la etapa de Preproducción.

Durante la producción la unidad se encarga de gestionar las pruebas y el análisis de la usabilidad del artefacto interactivo. A continuación, en la figura 3.18, se ilustra la unidad de Usabilidad en la etapa de producción.

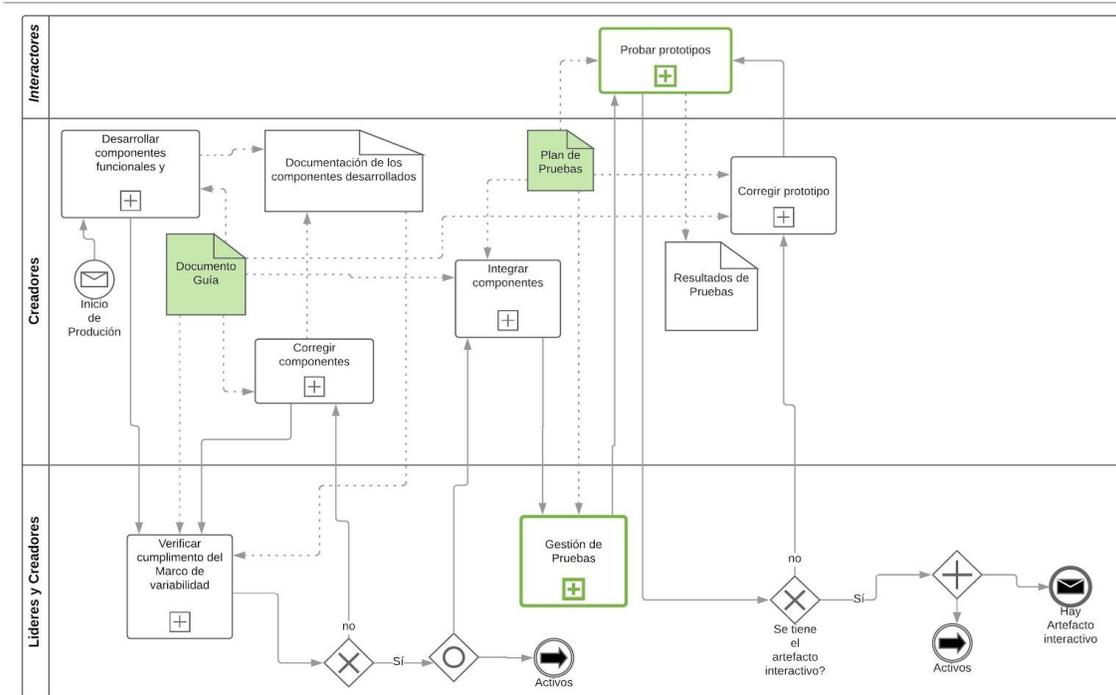


Fig. 3.18: Unidad de Usabilidad en la etapa de Producción.

En la posproducción esta unidad se encarga de gestionar las pruebas y el análisis del factor emocional en el interactor y la usabilidad de la ExId. Finalmente, para facilitar el uso de la experiencia, también se encarga de crear un manual o guía. A continuación, en la figura 3.19, se ilustra la unidad de Usabilidad en la etapa de posproducción.

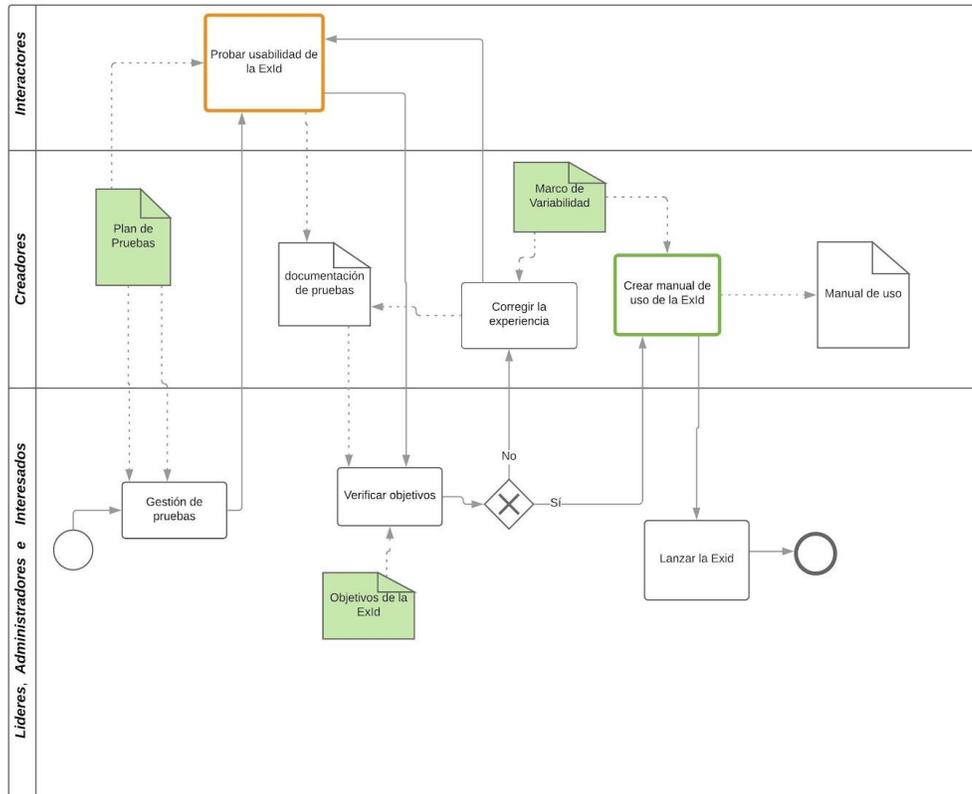


Fig. 3.19: Unidad de Usabilidad en la etapa de Posproducción.

Capítulo 4: Evaluación del Modelo Mdxd

Se hizo una evaluación del modelo desarrollado con dos objetivos, el primero, verificar la integralidad del modelo; el segundo, determinar si éste ayuda en la solución de los problemas que se encontraron en el Estudio de Caso.

Inicialmente se planteó una evaluación práctica del modelo Mdxd, para lo cual se requería de estudiantes de las Facultades de Ingeniería y Artes de la UdeA, los cuales desarrollarían una experiencia interactiva digital aplicando el modelo desarrollado y se evaluaría el modelo mientras era usado. Dada la anormalidad académica presentada en la UdeA en el semestre 2018-2, tras ser convocados por medios electrónicos, impresos e invitaciones personales o a través de docentes, no se contó con la presencia necesaria de estudiantes de ambas facultades para llevar a cabo la evaluación del modelo aplicado a un desarrollo .

Considerando la dificultad anterior se diseñó una evaluación en la que personas que han trabajado por cinco (5) años o más en el desarrollo de ExId, ayudaron a evaluar y mejorar el modelo, compartiendo sus apreciaciones en relación a los distintos componentes y al funcionamiento de éste. Además de ayudar a determinar si el modelo Mdxd permite solventar las dificultades observadas en el Estudio de Caso.

La evaluación fue diseñada utilizando la plataforma Google Form, este formulario en su primera parte aborda la coherencia del modelo, sus partes y su funcionamiento y en la segunda parte

aborda su contribución a las problemáticas identificadas en el estudio de caso, cómo se muestra en las figuras 4.1 y 4.2. Este formulario se envió a un total de 22 expertos en el diseño y desarrollo de ExId, procedentes de distintas áreas de formación, de los cuales respondieron cinco (5) expertos.

El documento⁴⁸ presentado a los experto incluye el Modelo Mdx de forma resumida y gráfica, acompañado de una serie de preguntas diseñadas para recibir retroalimentación; se presenta el modelo de esta manera en busca de disminuir el tiempo dedicado por los expertos a la evaluación, buscando obtener así una mayor participación de éstos.

Evaluación de un modelo de trabajo interdisciplinar para el desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales

- Un breve marco para las Experiencias Interactivas Digitales
- Modelo para el desarrollo de experiencias interactivas digitales en la universidad
 - Entradas
 - Unidades
 - Roles
 - Salidas
- Apreciaciones del experto
 - ¿Reconoce otros elementos que considere claves en el desarrollo de experiencias interactivas digitales?, ¿cuáles?
 - Si considera que algunos de los elementos del modelo no son necesarios para el desarrollo de experiencias interactivas digitales, indique ¿Cuáles y por qué?
- Proceso de desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales
 - Preproducción - Proceso detallado por unidades
 - Producción - Proceso detallado por unidades
 - Posproducción- Proceso detallado por unidades

48 El formulario compartido a los expertos puede verse en los anexos del modelo y en la siguiente URL: <https://goo.gl/forms/8RkRMI0jHuDpFU962>

- **Apreciaciones del experto**
 - Si considera que algunos de estos elementos en los procesos no son necesarios para el desarrollo de experiencias interactivas digitales, indique ¿Cuáles y por qué?
 - ¿Reconoce otros elementos que considere claves en los procesos de desarrollo de experiencias interactivas digitales?, ¿cuáles?

- **Valoración global del modelo**
 - ¿Considera apropiado el modelo?
 - Cambiaría algo del modelo presentado, ¿qué y por qué?

fig. 4.1: Elementos valorados por los expertos, desde la perspectiva del primer objetivo de la evaluación del modelo.

- **Valoración global del modelo**

De acuerdo a su experiencia qué tanto ayuda este modelo a:

 - Lograr acuerdos entre los participantes
 - Lograr una adecuada gestión de recursos
 - Facilitar la adopción de los desarrollos
 - Brindar un adecuado mantenimiento y soporte
 - Estudiar las respuestas y emociones de los usuarios
 - Facilitar el desarrollo de Experiencias interactivas Digitales
 - Madurar los procesos de desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales

fig. 4.2: Elementos valorados por los expertos, desde la perspectiva del segundo objetivo de la evaluación del modelo.

Apreciaciones de la estructura y el funcionamiento del modelo en la evaluación

A continuación se comparten los comentarios de los expertos participantes en relación a la integridad del modelo y su funcionamiento, así como el análisis y respuesta que se da a los comentarios de los expertos. Cada pregunta será acompañada de las respuestas enunciadas por los expertos y de una discusión de ellas, en los casos que ameritan su análisis; las respuestas se enumeran de 1 a 5, se etiquetan como E1, E2... E5, según el experto que la enuncia y se presenta entre comillas sin ninguna corrección.

¿Reconoce otros elementos que considere claves en el desarrollo de experiencias interactivas digitales?, ¿cuáles?

E1: “No.”

E2: “El contenido y los modelos pedagógicos o comunicaciones (sic) que deben estar presentes en el diseño del producto, fruto de una investigación o indagación de acuerdo a la Objetivo de desarrollo (Entrada 1), no queda claro en el diseño, considero debería ser una actividad. Igualmente las pruebas de concepto o de producto deberían ser actividades de la etapa de diseño y Desarrollo.”

Discusión E2: Del comentario del experto se considera, primero, que al sintetizar el formulario no quedó lo suficientemente claro que en los objetivos se integran intereses temáticos que pueden venir desde cualquier área del conocimiento; si bien esto está explícito en la descripción del modelo⁴⁹. Se considera en segundo lugar que en el modelo propuesto debe hacerse explícita la actividad de integración de intereses temáticos en la Unidad de Diseño.

E3: “En el componente de las entradas, respecto a los recursos, yo dividiría los recursos en: Humanos, Físicos, Financieros, Intelectuales. Dentro de los físicos se abarcaría todo lo referente a infraestructura y equipos (no solo los técnicos). Los recursos intelectuales dan cuenta del conocimiento necesario para diseñar y desarrollar la experiencia y de intangibles tales como bases de datos.”

Discusión E3: También por la síntesis del modelo para el formulario se omite el desglose de los recursos, los cuales incluyen algunos de los componentes que señala el experto. Tras las observaciones se revisa el enfoque de los recursos y se plantea cambiar el *Recurso Presupuestal* por *Financiero*; se ve necesario incluir el recurso de conocimiento aclarando en el modelo Mdxd que este recurso es un activo que puede estar presente tanto en el interior del RH como del RTcn.

E4: “No, los elementos enumerados (entradas, unidades, roles y salidas) abordan de manera global los

⁴⁹ Ver capítulo: Modelo para el Desarrollo de Experiencias Interactivas Digitales. Mdxd

requerimientos básicos para el desarrollo de experiencias interactivas digitales y plantea un marco de trabajo que permite extender o complejizar las funciones de estos componentes de acuerdo a los requerimientos de la experiencia.”

E5: *“El modelo se centra en los aspectos emocionales y no tiene en cuenta otros aspectos que podrían formar parte de la experiencia. Es fundamental tener en cuenta lo estético (más allá de lo estético pragmático).”*

Discusión **E5:** Si bien se señala que los artistas están a cargo de una estética pragmática -la cual debe enfatizar la intención estética en el diseño de un sistema interactivo y en el sentimiento estético que surge en el proceso de uso de éste-, este énfasis no sugiere un olvido de los demás aspectos de la estética que se pueden abordar desde el arte, simplemente se hacen consideraciones acorde a lo que se observa pertinente para el trabajo interdisciplinar que implican las ExId.

Si considera que algunos de los elementos del modelo no son necesarios para el desarrollo de experiencias interactivas digitales, indique ¿Cuáles y por qué?

Los expertos señalan que todos los componentes son necesarios y algunos de ellos aclaran:

E1: *“Aparentemente todos los elementos son necesarios.”*

E2: “Claro q esto dependerá en gran medida de cada proyecto, su escala y alcance. Todos los elementos me parecen pertinentes”

E3: “En el caso de los creadores me atrevería a proponer que no solo sean ingenieros y artistas los que entren dentro de esta definición, pues las experiencias podrían ser desarrolladas por cualquier persona independiente de su título”.

Discusión E3: El comentario del evaluador es cierto, ya que si bien para este estudio se analiza el trabajo interdisciplinar entre ingenieros y artistas, los resultados de la investigación dejan ver la posibilidad y necesidad de trabajar con más áreas del conocimiento. El modelo propuesto se presenta como una opción abierta a ajustes para esclarecer la integración de otras disciplinas en estos desarrollos, según los requerimientos específicos de cada nuevo proyecto. En las diversas obras de los autores tratados en este estudio pueden verse ejemplos de ExId en las que trabajan de forma interdisciplinar o colaborativa para su desarrollo expertos en medicina, psicología, educación, comunicaciones, biología, fisiología, química, matemáticas, por mencionar sólo algunos entre muchos otros.

E4: “Considero que todos los elementos expuestos son necesarios para el desarrollo de experiencias interactivas digitales.”

E5: “Todos los elementos son esenciales, sin embargo sería interesante considerar la posibilidad de prescindir de algunos en aquellos proyectos que no los

requieran de acuerdo con sus pretensiones y dimensiones.”

Discusión E5: Como se mencionó anteriormente, se reconoce que en el formulario compartido a los expertos faltó aclarar que los componentes modulares que ofrece el modelo se deben integrar de acuerdo a los recursos disponibles, los intereses particulares y al nivel de madurez que se quiera lograr en el equipo de trabajo para cada nuevo desarrollo.

Si considera que algunos de estos elementos en los procesos no son necesarios para el desarrollo de experiencias interactivas digitales, indique ¿Cuáles y por qué?

E1: “En realidad parece una lista de elementos bastante completa la que ha considerado, donde cada una es necesaria para el diseño y desarrollo de este tipo de productos.”

E2: “Todos son necesarios.”

E3: “Considero que están contemplados de manera adecuada cada uno de los elementos.”

E4: “Considero que todos los procesos enunciados son necesarios, es interesante como los diagramas evidencian el trabajo articulado entre todas las unidades a lo largo de todo el proceso”.

E5: “Todos los elementos son esenciales, sin embargo sería interesante considerar la posibilidad de

prescindir de algunos en aquellos proyectos que no los requieran de acuerdo con sus pretensiones y dimensiones.”

Discusión E5: Los expertos concuerdan en que están contemplados de manera adecuada cada uno de los elementos necesarios para el diseño y desarrollo de este tipo de productos. Sin embargo, se evidencia nuevamente que en el formulario compartido a los expertos faltó aclarar que los componentes que ofrece el modelo se deben integrar de acuerdo a los recursos disponibles, los intereses particulares y al nivel de madurez que se quiera lograr en el equipo de trabajo para cada nuevo desarrollo.

¿Reconoce otros elementos que considere claves en los procesos de desarrollo de experiencias interactivas digitales?, ¿cuáles?

E1: “Quizá en las unidades de diseño y usabilidad habría que detallar al interactor o usuario.”

Discusión E1: El interactor aparece explícito en todas las unidades, sólo en la Unidad de Diseño durante las etapas de preproducción y producción no se hace explícita la participación del interactor. Sin embargo, se observa que en el formulario compartido hizo falta aclarar que la separación por unidades se hace con el fin de facilitar el entendimiento del modelo y no es excluyente, por el contrario para un desarrollo ideal deberían estar todas presentes e integradas.

E2: *“Integración y pruebas de integración Hardware Software.”*

Discusión E2: Se ve necesario aclarar para el modelo y el formulario la actividad de *integración de componentes* en la Unidad de Diseño. Esta actividad contempla la integración y pruebas de componentes funcionales y no-funcionales, los cuales a su vez pueden comprender tanto elementos de hardware como de software.

E4: *“No. considero que el flujo y los componentes de los procesos está bien detallados.”*

E5: *“Están considerados todos los elementos esenciales. Sin embargo, aquellos relacionados con lo estético, más allá de lo emotivo y lo experiencial deberían desarrollarse mejor. Parece como si lo experiencial y lo emotivo redujeran el alcance a lo llanamente biológico.”*

Discusión E5: Ya que se trata de desarrollos en equipos interdisciplinarios es necesario algo de flexibilidad y apertura en las disciplinas para estos trabajos. La idea de una estética pragmática es un enfoque del trabajo del artista en miras de facilitar el diálogo con otras disciplinas, sin limitar sus alcances, el cual debe ser acordado por los miembros del equipo en la etapa de preproducción. Y como se presentó en capítulos anteriores, las experiencias acá estudiadas deben darse en el plano de lo sensible permitiendo leer y generar respuestas al interactor y al artefacto interactivo.

Valoración Global del Modelo

De acuerdo a su conocimiento en el desarrollo de experiencias interactivas digitales, ¿considera apropiado el modelo?

E1: “Tal vez, porque cada proceso es diferente y establecer un modelo universal y general es problemático”

Discusión E1: una vez más se evidencia que faltó aclarar en el formulario que los componentes que ofrece el modelo deben ser integrados en cada desarrollo de acuerdo a los recursos disponibles, los intereses particulares y al nivel de madurez que quiera lograr el equipo del desarrollo.

E2: “Sí, Porque cubre las actividades fundamentales del proceso. Se aprecia fácil de entender.”

E3: “Sí. Adecuando el modelo para una empresa que maneje experiencias interactivas de gran formato y tenga una alta demanda de las mismas, se vuelve completamente necesario tener una metodología clara para el desarrollo que permita la optimización de los recursos en todas sus etapas. Así mismo, en relación con los roles planteados, en proyectos pequeños podría integrarse el rol de líder con el de administrador; sin embargo, para empresas con alta demanda de experiencias interactivas es completamente pertinente tener ambos roles por separado.”

E4: *“Considero que el modelo plantea una ruta y una estructura básica y clara para plantear el desarrollo de cualquier experiencia digital interactiva. Incluye elementos como el diseño emocional y la gestión de nuevos activos de conocimiento, que permite que el modelo expanda los alcances de la producción de la experiencia digital.”*

E5: *“Es un modelo que ayuda a organizar, planear, controlar y evaluar este tipo de proyectos con toda la efectividad necesaria.”*

Cambiaría algo del modelo presentado, ¿qué y por qué?

E1: *“Quizá incluiría alguna variable abierta para flexibilizar este modelo de forma tal que pueda ser adaptado a diferentes situaciones.”*

E2: *“Adicionaría explícitamente actividades relacionadas con los modelos pedagógicos o gamificación o investigación que conduzca a la construcción del contenido. Integración de hardware y software, ya que los requerimientos no-funcionales son fundamentales en estas actividades.”*

E3: *“Solo redefiniría los recursos cambiando los técnicos por recursos físicos que podrían abarcar la infraestructura y los equipos, agregaría los recursos intelectuales y dejaría los demás.”*

E4: *“No, creo que es un modelo muy acertado, que no desconoce ninguno de los roles y dinámicas necesarias en el desarrollo de experiencias digitales interactivas.”*

E5: *“Desarrollaría mejor el aspecto de lo estético y trataría de separarlo mejor de lo emotivo y lo experiencial.”*

Discusión **E1-E5:** Estas respuestas reiteran el interés de los participantes por los temas a los que se les dio respuesta anteriormente. Una vez más sus respuestas nos revelan que faltó aclarar algunos aspectos del modelo en el formulario resumido que se les compartió; especialmente, que para cada nuevo desarrollo las partes del modelo se deben integrar de acuerdo a los recursos disponibles, los intereses particulares y al nivel de madurez que se quiera lograr en el equipo de trabajo interdisciplinar.

Valoración Cuantitativa

En relación a qué tanto ayuda el modelo a la superación las dificultades observadas en el Estudio de Casos, los expertos participantes valoraron la ayuda del modelo entre 1 (uno, Muy poco) y 5 (cinco, Mucho). A continuación se muestra en las tablas 4.3 a 4.8 la valoración (en columnas) de los cinco expertos (eje horizontal) respecto a que tanto ayuda este modelo a cada uno de los temas que encabezan las tablas.

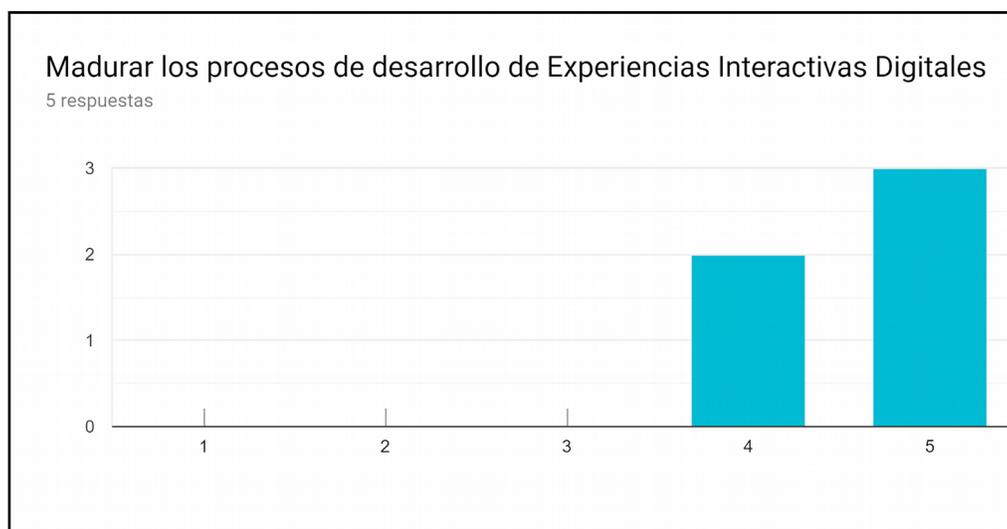


fig. 4.3. Madurar los procesos de desarrollo de ExId.

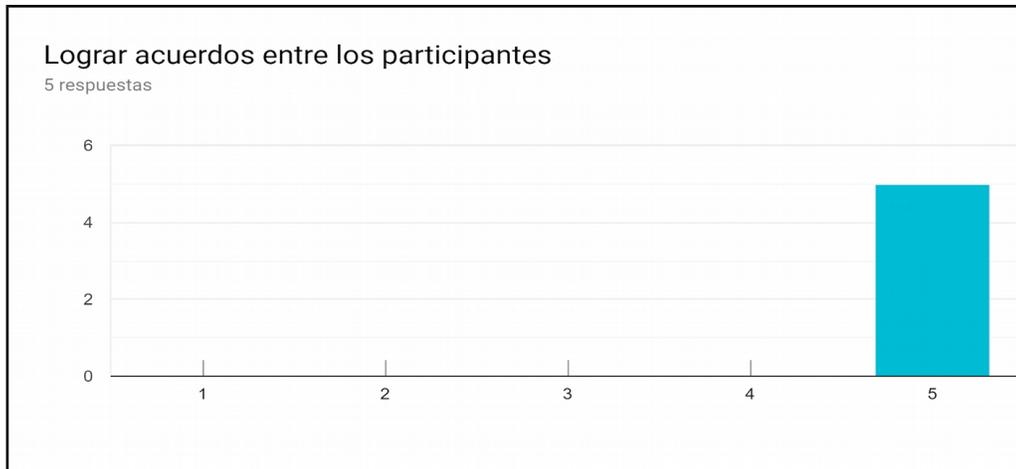


fig. 4.4. Lograr acuerdos entre los participantes.

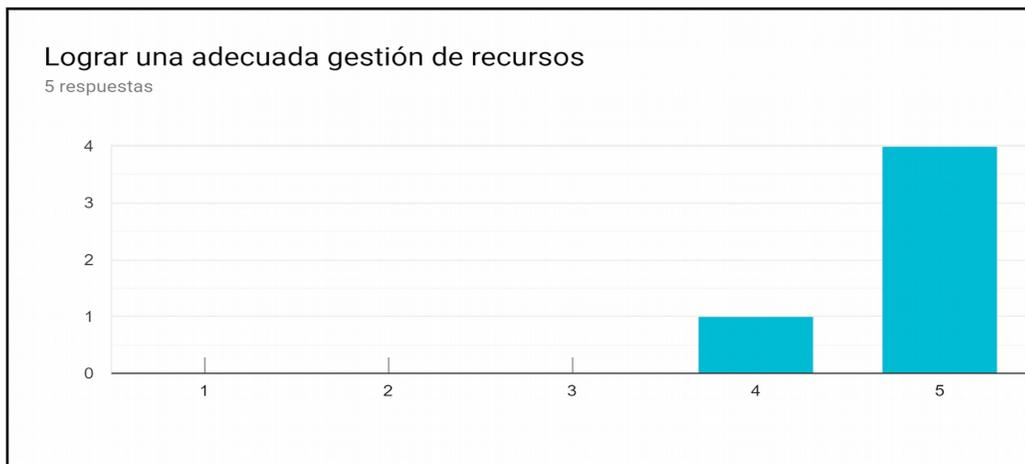


fig. 4.5. Lograr una adecuada gestión de recursos.

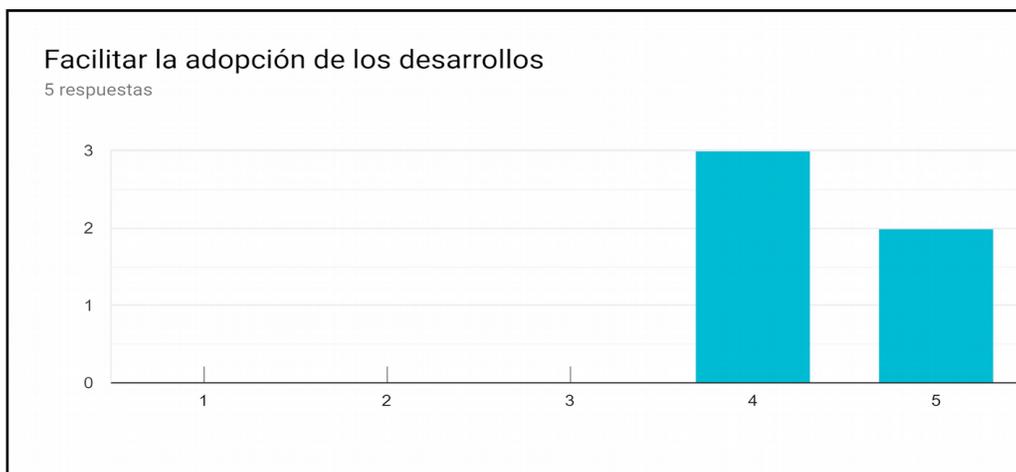


fig. 4.6. Facilitar la adopción de los desarrollos.

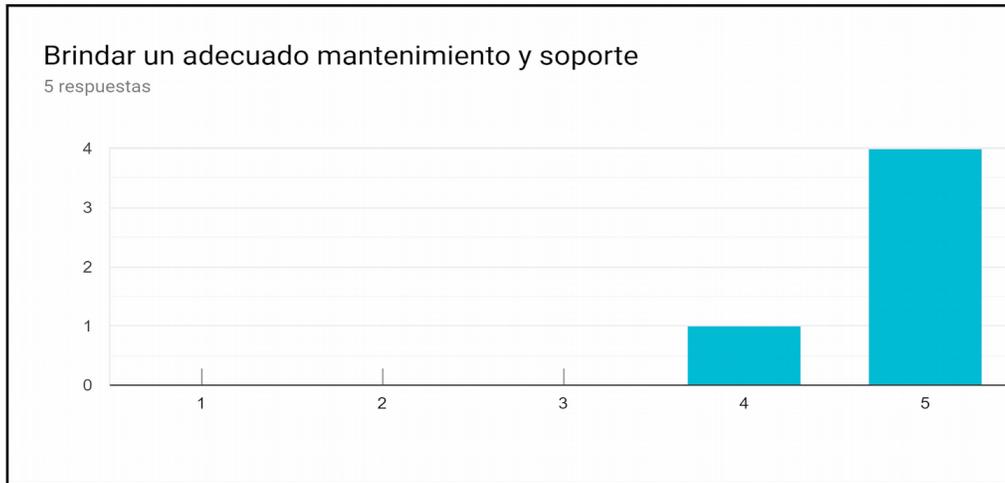


fig. 4.7. Brindar un adecuado mantenimiento.

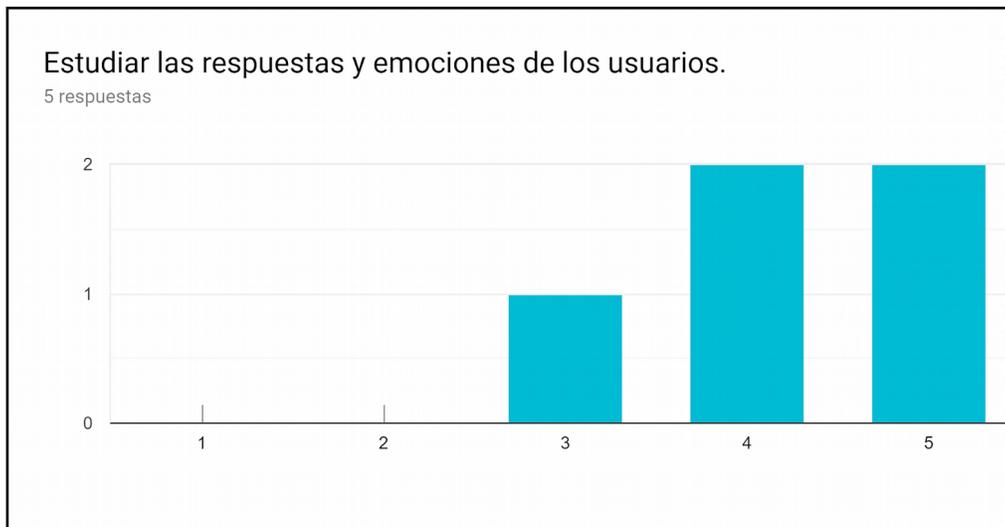


fig. 4.8. Estudiar las respuestas y emociones de los usuarios.

Anotaciones de la valoración cuantitativa

En general la valoración de los expertos señala que el modelo presentado puede ser una solución a los problemas que se identificaron en el Estudio de Caso.

El “estudio de las respuestas del usuario” obtiene los valores más bajos en la evaluación. Al respecto se reconoce que en el documento compartido con los expertos no hay claridad sobre cómo llevar a cabo esta tarea, sin embargo a lo largo de la tesis se señalan las herramientas que durante las indagaciones realizadas se observan pertinentes para estudiar al usuario y lograr una buena usabilidad de la experiencia.

Capítulo 5: Conclusiones

En esta investigación se presentan las Experiencias Interactivas Digitales como objeto de estudio de interés tanto para los ingenieros, desde la actual mirada de la interacción de humanos con computadores (HCI), como para los artistas en el campo del arte interactivo. Se señala la pertinencia del trabajo interdisciplinar en el desarrollo de este tipo de experiencias y la necesidad de instrumentos para ello. Se estudia el desarrollo de ExId en las Facultades de Ingeniería y Artes de la UdeA, a través de un Estudio de Caso que permitió identificar fortalezas y debilidades en éstos desarrollos. Se presenta un modelo interdisciplinar para el desarrollo de ExId en la academia, a partir de la información obtenida anteriormente en el Estudio de Caso y en el marco teórico. Y se comparte finalmente la evaluación del modelo por parte expertos.

Las experiencias interactivas enmarcadas en este estudio obedecen a una mirada particular dentro del campo de la interacción de humanos con computadoras (HCI). La mirada que acá se comparte se enfoca en la interacción o mutua comunicación en tiempo real, entre un artefacto interactivo digital e interactor. Estas experiencias no se basan de forma exclusiva sólo en la funcionalidad del artefacto o la apariencia estética de la interfaz, sino en ambas, por lo que se requieren profesionales de distintas disciplinas que diseñen una experiencia para la percepción de las personas, acorde a los intereses del desarrollo.

Estas experiencias incluyen los videojuegos digitales, en cuyos desarrollos desde sus inicios convergen ingenieros y artistas, por lo que en gran medida, las ideas que se ofrecen en este estudio parten del dominio de la ingeniería de software enfocada en el desarrollo de videojuegos. Sin embargo, como lo señalan Aleem et al. (2016) y como lo evidencian las ExId abordadas en el Estudio de Caso (las Unidades de Análisis van del 2009 al 2018), este es un campo de estudio muy joven, que apenas empieza a mostrar un significativo crecimiento desde el 2005 (Aleem et al. 2016).

Esta investigación se propone como mirada inicial al trabajo interdisciplinario entre ingenieros y artistas, dada la interrelación de procesos estéticos y técnicos que se requiere en las ExId. Por tanto se considera que, ingenieros y artistas, para sacar el máximo partido de las tecnologías digitales en la creación de ExId, deben trabajar juntos aprovechando las ventajas y experiencias de sus disciplinas, además de estar abiertos al trabajo con otras áreas del conocimiento.

Con los instrumentos que presenta este estudio, se pretende contribuir a diversas áreas del conocimiento para seguir aportando medios que faciliten el diálogo entre distintas disciplinas y permitan alcanzar mayor madurez a los equipos de trabajos interesados en los desarrollos de ExId.

A continuación se comparten las conclusiones del presente estudio agrupadas en relación a los objetivos específicos de la investigación.

Objetivo específico 1: Analizar el desarrollo de experiencias interactivas en las Facultades de Ingeniería y Artes de la UdeA.

Con el Estudio de Caso se identificaron 8 proyectos en las Facultades de Ingeniería y Artes de la UdeA, reportados entre el año 2009 y el 2018; en ellos los grupos de investigación desarrollaron Experiencias Interactivas Digitales. Para este estudio de caso se presentó un instrumento de observación que permite medir la madurez de los desarrollos de ExId, con este instrumento se estudiaron las Unidades de Análisis y entre los logros encontrados en el desarrollo de ExId en las Facultades de Ingeniería y Artes están el que en general se tiene un nivel medio (3) de madurez en desarrollo de ExId, se tiene claridad en la construcción de documentos para guiar los procesos de desarrollo, se cuenta con un buen nivel en el manejo de herramientas para el desarrollo de ExId y se logran crear prototipos que comprenden aspectos funcionales y no funcionales de los artefactos interactivos.

Los problemas encontrados en el Estudio de Caso se centran en que no se tienen documentados conocimientos, particularmente en el estudio de las emociones, la gestión de activos y la creación de acuerdos de comunicación efectiva entre los participantes. Particularmente, entre los proyectos estudiados no se identificó el uso de modelos de desarrollo enfocados a las experiencias interactivas.

Para seguir profundizando en el estudio de las emociones resulta pertinente integrar a profesionales de otras áreas que tengan experiencia en el tema, en el uso de instrumentos y métricas para hacer una adecuada valoración de las emociones de los usuarios.

Hoy en día existen profesionales para los distintos roles que se presentan en el desarrollo de ExId y casi para cada actividad clave, sin embargo en la academia, hacen falta mayores recursos

para integrar más profesionales en los procesos de desarrollo y lograr un mayor nivel de madurez.

Una contribución que los actores desde cada disciplina participante deben proveer al desarrollo de ExId, es la aproximación a las problemáticas que allí se presentan desde perspectivas diferentes a los demás actores del desarrollo, aportando en la construcción interdisciplinar de soluciones.

Si bien con el instrumento de observación se lograron caracterizar cuatro desarrollos de experiencias interactivas digitales por parte de ingenieros y cuatro por artistas, estos desarrollos son pocos y se dan desde el 2009. Cabe señalar que los desarrollos estudiados obedecen sólo a proyectos registrados en los GrupLAC de los grupos de investigación reconocidos por las Facultades. Hay que reconocer que además de los proyectos vistos en el Estudio de Caso existen muchos otros desarrollos de ExId en las Facultades desde los procesos de docencia y extensión.

Objetivo específico 2: Desarrollar un modelo para creación de experiencias interactivas digitales ajustado a los requerimientos interdisciplinarios de las Facultades de Ingeniería y Artes de la Universidad de Antioquia.

En este estudio se diseñó un modelo (Mdx) que aborda un desarrollo modular de las ExId, el cual se presenta como posible solución a las dificultades observadas en el Estudio de Caso. El modelo además atiende a las referencias teóricas estudiadas, facilitando el trabajo interdisciplinar, ofreciendo un camino flexible para ser adaptado por ingenieros y artistas según las necesidades de cada uno en sus desarrollos, lo que lo hace una ruta para lograr acuerdos de mutuo entendimiento.

El modelo de desarrollo de ExId es presentado usando un sistema de notación estándar (BPMN 2.0) para facilitar su entendimiento, aplicación e integración con otras disciplinas además de las aquí abordadas. Además al usar esta notación se espera facilitar la automatización del modelo en futuros estudios.

El nivel de madurez que se pueda alcanzar y la proyección que se pueda tener con este modelo, dependerá mucho de los recursos disponibles para el desarrollo y de la adecuada administración de los mismos.

Objetivo específico 3: Evaluar el modelo resultante.

La evaluación con los expertos muestra que hay consistencia en la estructura y funcionalidad del modelo. Éste aborda de manera global los requerimientos básicos para el desarrollo de experiencias interactivas digitales y plantea un marco de trabajo que permite extender o complejizar las funciones de estos componentes de acuerdo a los requerimientos del desarrollo de la experiencia, por lo que el modelo facilita a los académicos, especialmente ingenieros y artistas, el trabajo interdisciplinar para la creación de experiencias interactivas digitales.

Si bien se reconoce que aún hace falta una evaluación práctica del modelo, aplicado éste al desarrollo de una ExId, en consideración a lo señalado por los expertos se puede concluir que:

- Es un modelo claro para el desarrollo de ExId, que permite una buena gestión de los recursos en todas sus etapas.

- Es un modelo que ayuda a organizar, planear, controlar y evaluar constantemente este tipo de proyectos.
- Es un modelo, que reconoce los roles y dinámicas necesarias en el desarrollo de ExId.
- El modelo permite lograr y medir la madurez necesaria para los diversos desarrollos de ExId.
- Es un modelo que facilita crear acuerdos entre actores de distintas disciplinas para el desarrollo de ExId.

Bibliografía

Acosta, D. A. (2009). Arte versus ciencia: propuesta para la construcción de un sentido para la investigación estético-artística colombiana. *Paradigmas*, [número especial], 48-72.

Aguilar, G. (2010). La interacción, la interpretación y la implicación como estrategias participativas, *Time Divisa de Antonio Vega Macotela. Arte-y-políticas-de-identidad 2010*, vol. 3

Ahmed, Camerano, C., Fortuna, L., Frasca, M., Jaccheri, L., & Uddin, S. (2009). *Information Technology and Art: Concepts and State of the Practice*.

Ahmed, S. (2009). *Extending Software Engineering Collaboration towards the Intersection of Software and Art (Philosophiae Doctor)*. Norwegian University of Science and Technology.

Aleem, S., Capretz, L. F., & Ahmed, F. (2016a). Game development software engineering process life cycle: A systematic review. *Journal of Software Engineering Research and Development*, 4(1). doi:10.1186/s40411-016-0032-7

Aleem, S., Capretz, L. F., & Ahmed, F. (2016b). A Digital Game Maturity Model (DGMM). *Entertainment Computing*, 17, 55–73. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.004>

Aleem, Saiqa, et al. "Empirical Investigation of Key Business Factors for Digital Game Performance." *Entertainment Computing*, vol. 13, 2016, pp. 25–36., doi:10.1016/j.entcom.2015.09.001.

Aleem, Saiqa, et al. "Game Development Software Engineering Process Life Cycle: a Systematic Review." *Journal of Software Engineering Research and Development*, vol. 4, no. 1, Sept. 2016, doi:10.1186/s40411-016-0032-7.

Araño, J. C., & Mañero, A. (2003). *Actas Congreso INARS: La investigación en las artes plásticas y visuales*. Universidad de Sevilla. Sevilla, España

Archer, B. (1995). The Nature of Research. *Co-design, interdisciplinary journal of design* January 1995

Bevan, N. (1995). Measuring usability as quality of use. *Software Quality Journal*, 4, 115–130.

Blanco A. P. (2004). LA INVESTIGACIÓN EN BELLAS ARTES: UNA CUESTIÓN NO RESUELTA. *BELLAS ARTES*, 135-142.

Boy, Guy A. "From STEM to STEAM." *Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics - ECCE '13*, 2013, doi:10.1145/2501907.2501934.

Brereton, Pat. "Jay David Bolter and Richard Grusin, *Remediation: Understanding New Media*, (Cambridge, MIT Press, 1999), 295 Pp. ISBN 0-262-02452-7." *Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies*, vol. 6, no. 2, 2000, pp. 120–122., doi:10.1177/135485650000600209.

Cárdenas Bedoya, J., & Franco Duque, L. (2007). *Bulla Endiablada* (Tesis (Antropológica Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Departamento de Antropología). Universidad de Antioquia.

CIRET-UNESCO. (1997). ¿Qué universidad para el mañana? Hacia una evolución transdisciplinaria de la universidad. Declaración y recomendaciones del Congreso Internacional sobre Transdisciplinariedad.

Cornock, S., & Edmonds, E. (1973). The Creative Process Where the Artist Is Amplified or Superseded by the Computer. *Leonardo*, 6(1), 11. doi:10.2307/1572419

Correia, N., Lopes, C., Hawkey, J., Oliveira, S., and Perriquet, O. (2012). Personal Routine Visualization Using Mobile Devices. In *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*

Daza C. S. (2009). INVESTIGACIÓN - CREACIÓN UN ACERCAMIENTO A LA INVESTIGACIÓN EN LAS ARTES. *Horiz. Pedagógico*. Volumen 11. No 1. / págs. 87-92

Dewey, John. (2005). *Art as Experience*. Perigee Books

Dickey, M. D. (2015). *Aesthetics and design for game-based learning*. Routledge, Taylor & Francis Group.

E., I., and John Dewey. "Art as Experience." *The Journal of philosophy*, vol. 31, no. 10, Oct. 1934, p. 275., doi:10.2307/2016688.

Edmonds. E., Quantrill. M.. (1998) 'An Approach to Creativity as Process', Reframing Consciousness, Ascott, R. Intellect Books, Second International CAiiA Research Conference, UWCN, Wales, August 1998, pp 257-261

Elleström, L. (2010). *Media Borders, Multimodality and Intermediality*. New York: Palgrave Macmillan.

GRAU, O, (2003). *Virtual Art: From Illusion to Immersion*. Cambridge, MA: The MIT Press

Greenberg, I., Xu, D., & Kumar, D. (2013). *Processing: Creative coding and generative art in processing 2* (2nd ed.). New York: Friends of Ed.

Grossman S. J. Stiglitz J. On the Impossibility of Informationally Efficient Markets, *The American Economic Review*, 70(1), 1980, pp. 393-408.

Gutiérrez, Alonso. (2003). *Alfabetización digital. Algo más que ratones y teclas*. Barcelona: Gedisa.

Hernández, S. R., et al. (2014). *Metodología De La investigación*. McGraw-Hill Education.

Higgins D. (2007). HORIZONS. http://www.ubu.com/ubu/higgins_horizons.html: /ubu editions.

Hoyos M., López W., Lobo O. (2007). *Art Painting Using Evolutionary Computing*. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia

Hsieh, H. C. L., & Cheng, N. C. (2016, July). A Theoretical Model for the Design of Aesthetic Interaction. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 178-187). Springer International Publishing.

Jones, Stephen. "A Cultural Systems Approach to Collaboration in Art & Technology." *Proceedings of the 5th Conference on Creativity & Cognition - C&C '05*, 2005, doi:10.1145/1056224.1056237.

Keith, Clinton. *Agile Game Development with Scrum*. Addison-Wesley, (2015). La interacción, la interpretación y la implicación como estrategias participativas, *Time Divisa de*

Antonio Vega Macotella

Kerdvibulvech, C. (2015). A Study of Interactive Digital Multimedia Applications. Lecture Notes in Computer Science, pp.192-199.

Kerne, A., doing interface ecology: the practice of metadisciplinarity, Proc SIGGRAPH 2005, Art and Animation

Koenitz, et al., (2015) "Interactive Storytelling." Lecture Notes in Computer Science, 2015, doi:10.1007/978-3-319-27036-4.

Laban, R, and Lisa U. (2001) The Mastery of Movement. Northcote House.

Lazarsfeld, Paul Felix, et al. (1972). Continuities in the Language of Social Research. Free Press

Leggett M. (2006). Interdisciplinary Collaboration and Practice-Based Research. University of Technology Sydney, Australia. London, Thousand Oaks & New Delhi Vol 12(3): 263–269. DOI: 10.1177/1354856506067069

Lévy, P. (1998). ¿Qué es lo virtual?. Rubí, Paidós, Barcelona: Paidós.

Lévy, P. and Medina, M. (2007). Cibercultura. Rubí, Barcelona: Anthropos.

[López Carlos. \(2002, noviembre 11\). Gerencia basada en valor GBV o Value based management VBM. Recuperado de https://www.gestiopolis.com/gerencia-basada-valor-gbv-value-based-management-vbm/](https://www.gestiopolis.com/gerencia-basada-valor-gbv-value-based-management-vbm/)

Lorés, J., Granollers, T. y Lana, S. (2002). Introducción a la interacción persona-ordenador. En J. Lorés (ed.) La interacción persona-ordenador. Lérida, 2001-2002, 20-40.

Machin, C. H. (2002). Digital artworks: bridging the technology gap. In Eurographics UK Conference, 2002. Proceedings. The 20th (pp. 16-23). IEEE. doi: 10.1109/EGUK.2002.1011267

Maffesoli M. (1997). Elogio de la Razón sensible: una visión intuitiva del mundo contemporáneo. Paidos Iberica. Barcelona, España. ISBN: 9788449304682

Mahlke S. (2008). Visual aesthetics and the user experience. Berlin University of Technology. Berlin, Germany

Manovich, Lev. The Language of New Media. MIT Press, 2002.

Marradi, A. (2002) Método como arte. Papers: revista de sociología, Núm. 67 , p. 107-127.
<http://www.raco.cat/index.php/Papers/article/view/25689>

Max Neef A. M. et al. (2006) Desarrollo a Escala Humana: Conceptos, Aplicaciones y Algunas Reflexiones. Icaria.

Mora Á. F. (2014). COMPOCYBORG ANTROPOSEMIOS: RE-SIGNIFICACIÓN DEL HUMANISMO A TRAVÉS DE LA COMPOSICIÓN MUSICAL CON TÉCNICAS BIO-INSPIRADAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (Maestría en Artes). Facultad de Artes Universidad de Antioquia.

Mumford, L. (2013). El mito de la máquina. 1st ed. Logroño: Pepitas de Calabaza.

Munster, A. (2004) 'Collaboration or Complicity?' RealTime 60 (April/May), Sydney, URL (consulted 1 April 2006): <http://www.realtimearts.net/>

Murer, M., Meschtscherjakov, A., Fuchsberger, V., Giuliani, M., Neureiter, K., Moser, C., . . . Tscheligi, M. (2015). Contextual interaction design research: Enabling HCI doi:10.1007/978-3-319-22723-8_75

Núñez, D. (2008). El rompecabezas de la ingeniería. Distrito Federal: FCE - Fondo de Cultura Económica. México

Obando Arroyave, C. (2017) Perversiones digitales. Ciberactivismo, producción transmedia y cultura hacker. Editorial UdeA. Medellín

Ohler, J. (2003). Eduteka - Arte: La Cuarta Competencia Básica En La Era Digital, eduteka.icesi.edu.co/articulos/Profesor16.php.

Peppler, K. (2013) "STEAM-Powered Computing Education: Using E-Textiles to Integrate the Arts and STEM." Computer, vol. 46, no. 9, 2013, pp. 38–43., doi:10.1109/mc.2013.257.

[Peter Mell, Timothy Grance, \(2011\) "The NIST Definition of Cloud Computing", NIST National Institute of standards and technology, publicación especial 800-145, Septiembre. \[Online\]. Available: http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf](http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf)

Pool, Carolyn R.(1997). A New Digital Literacy: A Conversation with Paul Gilster. :the Association for Supervision and Curriculum Development.

Rabin, Steve. Introduction to Game Development, Second Edition. Course Technology PTR, 2009.

Rekalde, I.; Vizcarra, M.T. y Macazaga, A.M. (2014). La observación como estrategia de investigación para construir contextos de aprendizaje y fomentar procesos participativos.

Restrepo Acevedo, I. (2014). TOCAR CON LOS OJOS, VER CON LAS MANOS. CUERPO, ACCIÓN Y TECNOLOGÍA EN LOS ESPACIOS DE INTERACCIÓN DIGITAL CON MONITOREO REMOTO (Doctorado). Facultad de Artes de la Universidad de Antioquia.

Saint-Pierre C. (2007) "Conseil supérieur De L'éducation.", doi:10.1522/030055783.

Sánchez, José A. "Tribuna | La Enseñanza De Las (Bellas) Artes En España." EL PAÍS, Síguenos En Síguenos En Twitter Síguenos En Facebook Síguenos En Twitter Síguenos En Instagram, 20 Feb. 2000, elpais.com/diario/2000/02/21/educacion/951087612_850215.html.

Sclafani, Richard, and Frank Popper. "Art: Action and Participation." The Journal of Aesthetics and Art Criticism, vol. 35, no. 3, 1977, p. 365., doi:10.2307/430299.

Simila, S., et al. "BOOTSTRAP: a Software Process Assessment and Improvement Methodology." Proceedings of 1st Asia-Pacific Software Engineering Conference, doi:10.1109/apsec.1994.465261.

Tabares García, A. (2014). LA MATERIALIDAD DE LA OBRA (Maestría en Historia del Arte). Universidad de Antioquia Facultad de Artes.

Tramullas, J. (2003). El diseño centrado en el usuario para la creación de productos y servicios de información digital. Revista iberoamericana sobre usuarios de la información, ISSN 1695-6869, Nº. 22-23, 2003-2004, pags. 6-14.

Ultra_Lab. (2016, 06 17). Hello World! Processing. Recuperado de: <https://vimeo.com/album/2281898/video/60731302>

Vilar, G. (2004). LAS RAZONES DEL ARTE. Taula, Quaderns De Pensament, (38), 39-58.

Wilson, Stephen. Information Arts: Intersections of Art, Science, and Technology. The MIT Press, 2002.