

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Metodología de investigación	5
1.3. Estructura de la Tesis.....	12
1.4.- Lista de publicaciones vinculadas a la realización de la Tesis Doctoral	14
2. ESTADO DEL ARTE EN LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS GRÁFICAS INTERACTIVAS EN ENTORNOS EDUCATIVOS Y PARADIGMAS DE APRENDIZAJE COLABORATIVO	17
2.1.- Realidad Virtual.....	18
2.2. Realidad Aumentada	21
2.3. Interfaces interactivos ubicuos y basados en elementos tangibles	23
2.4. Serious games	27
2.5. Embodied Learning.....	27
2.6. Paradigmas de aprendizaje colaborativo	28
3. EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE BASADA EN INTERFACES NATURALES.....	31
3.1.- Antecedentes	32
3.2.- Aplicación de Realidad Aumentada y desarrollo de contenidos didácticos.....	34
3.3.- Arquitectura del Software.....	36
3.4.- Evaluación del Sistema.....	37
3.5.- Análisis de los Resultados y Conclusiones	43

4. DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE APRENDIZAJE COLABORATIVO BASADO EN SUPERFICIES INTERACTIVAS Y ELEMENTOS TANGIBLES 47

4.1. Descripción del sistema	51
4.1.1. Detalles de la implementación. Arquitectura Hardware y Software ..	53
4.2. Desarrollo de contenidos educativos	57
4.3. Capacidades añadidas a partir de la capacidad del sistema en reconocimiento de marcas fiduciales	58
4.3.1. Utilización de marcas fiduciales para implementar interacción mediante la utilización de elementos tangibles.....	59
4.3.2. Utilización de marcas fiduciales para identificar y registrar las acciones de los alumnos	60
4.4. Evaluación del Sistema	63
4.4.1.- Eficiencia	65
4.4.2.- Usabilidad/Satisfacción	71
4.4.3.- Motivación	73
4.4.4.- Experiencias adicionales	75
4.5.- Análisis de los resultados y conclusiones	78

5.- IMPLEMENTACIÓN DE UN ESPACIO INTERACTIVO BASADO EN EL CONCEPTO DE REALIDAD MEZCLADA DESTINADO A TAREAS DE APRENDIZAJE Y TRABAJO COLABORATIVO EN ENTORNOS DISTRIBUIDOS 81

5.1.- Descripción del sistema	82
5.1.1.- Interfaz básico	83
5.1.2.- Operaciones básicas de manejo y gestión de la información	85
5.1.3.- Estructura básica de la información.....	87
5.2. Modelo de espacio de trabajo colaborativo distribuido.....	89
5.2.1. Espacio colaborativo local	90
5.2.2. Espacio colaborativo local extendido.....	91
5.2.3. Espacio colaborativo distribuido	92
5.3. Adición de nueva información al tablero virtual	95
5.3.1. Bring Your Own Device (BYOD)	95
5.3.2. Escaneado automático de imágenes desde el propio Tabletop.....	97
5.4. Arquitectura del sistema y detalles de implementación	99

5.4.1. Motor de gráficos y de físicas	99
5.4.2. Arquitectura distribuida y multiplataforma	100
5.4.3. Procesos demonio para E-Mail y Twitter.....	101
5.4.4. Estructuras de datos	102
5.5. Prueba piloto.....	104
5.5.1. Contexto	104
5.5.2. Metodología	105
6.- DESARROLLO DE APLICACIONES EDUCATIVAS SOBRE EL MODELO DE ESPACIO COLABORATIVO DISTRIBUIDO	107
6.1.- Espacios de aprendizaje colaborativo basados en mapas conceptuales	107
6.1.1.- Implementación de mapas conceptuales sobre el modelo de espacio colaborativo distribuido	109
6.1.2.- Evaluación del sistema	111
6.1.2.1. Primera experiencia: evaluación del sistema como herramienta educativa sobre un grupo de alumnos de secundaria	112
6.1.2.2. Segunda experiencia: evaluación del sistema como herramienta educativa sobre un grupo de estudiantes de Ingeniería en Diseño Industrial	115
6.2. Herramienta de fomento de la creatividad.....	118
6.2.1. Antecedentes.....	121
6.2.2. La "Máquina de Ideas"	121
6.2.2.1. SCAMPER.....	122
6.2.2.2. Generador aleatorio de ideas.....	123
6.2.2.3 Extracción automática de métricas de uso	125
6.2.3. Evaluación del sistema.....	126
6.2.4. Conclusiones.....	128
7.- INCORPORACION DE INTERACCION MEDIANTE ELEMENTOS TANGIBLES FISICOS AL MODELO DE ESPACIO COLABORATIVO DISTRIBUIDO.....	131
7.1. Desarrollo de manipuladores tangibles pasivos para dispositivos Tabletop implementados mediante tecnología basada en marcos ópticos	132
7.1.1. Implementación de dispositivos tabletops mediante la utilización de marcos ópticos infrarrojos.....	132
7.1.2. Manipuladores tangibles sobre marcos ópticos.....	134
7.2. Desarrollo de manipuladores tangibles híbridos con marcas fiduciales	142

7.3. Extensión del interfaz natural del modelo de espacio colaborativo distribuido mediante la incorporación de manipuladores tangibles	144
7.3.1. Manipulación del plano de trabajo.....	145
7.3.2. Manipulación de información en modo local.....	145
7.3.3. Manipulación de información en modo distribuido.....	147
7.4. Conclusiones.....	148
8.- CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	149
9. REFERENCIAS.....	155