



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura
Facultad de Arquitectura

Espacios Virtuales de Aprendizaje para la República de El Salvador.

Tesis que para optar por el grado de
Maestro en Arquitectura
en el campo de Tecnología

P R E S E N T A

José Napoleón Eduví Rodríguez Henríquez

TUTOR:

DRA. GEMMA VERDUZCO CHIRINO, FACULTAD DE ARQUITECTURA, UNAM

SINODALES:

DR. FIDEL SÁNCHEZ BAUTISTA, FACULTAD DE ARQUITECTURA, UNAM
DRA. ANA FLORES SANDOVAL, FACULTAD DE ARQUITECTURA, UNAM
DR. CARLOS BIGURRA ALZATI, FACULTAD DE ARQUITECTURA, UNAM
MTRO. ERNESTO OCAMPO RUIZ, FACULTAD DE ARQUITECTURA, UNAM

MÉXICO, D.F. MARZO 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura
Facultad de Arquitectura

Espacios Virtuales de Aprendizaje
para la República de El Salvador.

José Napoleón Edeví Rodríguez Henríquez

MÉXICO, D.F. MARZO 2015



AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por permitirme continuar mi formación profesional apoyando esta investigación.

Al **Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología** por otorgarme una beca para poder realizar mis estudios de maestría.

Al **Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura** y a todos los profesores y personal administrativo por su inmensurable apoyo en este proceso formativo.

A mi tutora, la doctora **Gemma Verduzco Chirino**, por su constante orientación, consejos y sugerencias en cada una de las etapas de esta tesis.

A mis **sinodales** por su asesoría y apoyo.

A mi **papá** y mi **mamá** que siempre han sido la razón detrás de cada uno de mis logros.

A mi **esposa Betsi** por haber recorrido este camino siempre conmigo de la mano.

A **mis hermanos** por siempre ser un ejemplo en mi vida.

A todas **las personas** que me ayudaron a conseguir este objetivo.

“Doy gracias a la arquitectura
porque me ha permitido ver
a través de sus ojos el mundo”

Rafael Moneo

A ti, Betsi, que con palabras hemos
construido un puente indestructible.

INDICE.

INDICE.....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INTRODUCCIÓN.	X
CAPÍTULO 1 ESPACIOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE.....	14
1.1) ANTECEDENTES	16
1.2) LA EDUCACIÓN A DISTANCIA.	18
a) <i>Inversión en educación en América Latina.</i>	20
b) <i>Infraestructura.</i>	23
c) <i>El Aprendizaje Electrónico (e-learning).</i>	24
d) <i>Aprendizaje semipresencial (B-Learning).</i>	25
1.3) LA REALIDAD VIRTUAL.	27
a) <i>La historia de la realidad virtual.</i>	27
b) <i>Definición de realidad virtual.</i>	29
1.4) TECNOLOGÍAS DE LA REALIDAD VIRTUAL PARA LA ARQUITECTURA.	32
1.5) REALIDAD AUMENTADA.....	34
CAPÍTULO 2 ARQUITECTURA Y EDUCACIÓN.....	36
2.1) LA RELACIÓN ENTRE ARQUITECTURA Y EDUCACIÓN.	37
2.2) LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN.	41
2.3) LA ARQUITECTURA FRENTE A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE APRENDIZAJE.	43
2.4) LA EDUCACIÓN Y LA REALIDAD LABORAL EN AMÉRICA LATINA.....	44
a) <i>Panorama de la educación en Latinoamérica.</i>	45
b) <i>Perspectivas Laborales y económicas en Latinoamérica.</i>	46
c) <i>El desarrollo de la educación técnica en Latinoamérica.</i>	47
2.5) LA EDUCACIÓN Y LA REALIDAD LABORAL EN EL SALVADOR.	48
2.6) MODELO DE COMPETENCIAS LABORALES.....	56
CAPÍTULO 3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	59
3.1) MÉTODO.....	60
3.2) GRADO DE CONOCIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA.	62
3.3) APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA.	63
3.4) FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA.....	64
CAPÍTULO 4 PROPUESTA DE APLICACIÓN.....	67
4.1) LA ARQUITECTURA ESCOLAR EN EL SALVADOR.....	68
a) <i>Disponibilidad de instalaciones y equipamiento de la escuela.</i>	69
b) <i>Condiciones físicas de instalaciones y equipamiento.</i>	70
c) <i>Confort Físico en el aula.</i>	71
d) <i>Espacio educativo: amplitud, versatilidad, y apariencia estética.</i>	80
e) <i>Higiene y seguridad física en la escuela.</i>	82

f)	<i>Accesibilidad de las instalaciones educativas.</i>	83
4.2)	PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA.	83
4.3)	LINEAMIENTOS DE APLICACIÓN.	84
a)	<i>Espacios Virtuales de Aprendizaje en el Hogar (EVAH).</i>	85
b)	<i>Espacios Virtuales de Aprendizaje en el Aula (EVAA).</i>	86
4.4)	INFRAESTRUCTURA PARA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN.	88
a)	<i>Accesibilidad al internet.</i>	88
b)	<i>Accesibilidad a software de distribución libre.</i>	92
4.5)	ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO.	93
a)	<i>Análisis de Costos.</i>	93
b)	<i>Análisis de beneficios.</i>	96
CONCLUSIONES		99
REFERENCIAS		102

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1.1	GASTO PÚBLICO POR ESTUDIANTE (% DEL PIB PER CÁPITA).	21
GRÁFICO 1.2	PROCESADORES DEL CENTRO PARA LA SIMULACIÓN DEL CLIMA DE LA NASA.	30
GRÁFICO 1.3	HMD (HEAD MOUNTED DISPLAY) PARA VUELOS MÁS SEGUROS.	31
GRÁFICO 2.1	LA ESCUELA DE SAN JUAN – SARMIENTO.	38
GRÁFICO 2.2	ESCUELA AL AIRE LIBRE EN ÁMSTERDAM.	38
GRÁFICO 2.3	KINDERGARTEN SEGRT HLA PIC.	39
GRÁFICO 2.4	PRIMER GOETHEANUM – RUDOLF STEINER.	40
GRÁFICO 2.5	SALARIOS NOMINALES PROMEDIO Y MÍNIMO POR ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN COMERCIO Y SERVICIOS.	53
GRÁFICO 2.6	SALARIOS NOMINALES PROMEDIO Y MÍNIMO POR ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN AGRICULTURA. 53	
GRÁFICO 2.7	SALARIOS NOMINALES PROMEDIO Y MÍNIMO POR ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN MANUFACTURA.	54
GRÁFICO 2.8	SALARIOS NOMINALES PROMEDIO Y MÍNIMO POR ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN MANUFACTURA Y MAQUILA.	55
GRÁFICO 3.1	ÁREAS DE OPORTUNIDAD.	63
GRÁFICO 3.2	FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA.	65
GRÁFICO 3.3	FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA.	66
GRÁFICO 5.1	CENTRO ESCOLAR PLANES DE MARIONA – EL SALVADOR.	70
GRÁFICO 5.2	MÓDULO DE EDIFICIO DE 3 SALONES Y ÁREA DE USOS MÚLTIPLES.	71
GRÁFICO 5.3	ZONA DE CONFORT Y OSCILACIÓN DE TEMPERATURA MENSUAL.	72
GRÁFICO 5.4	ZONA DE CONFORT Y OSCILACIÓN DE TEMPERATURA MENSUAL.	73
GRÁFICO 5.5	TIEMPOS ÓPTIMOS DE REVERBERACIÓN DE ACUERDO AL VOLUMEN DEL EDIFICIO.	76
GRÁFICO 5.6	ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA.	84
GRÁFICO 5.7	PROTOTIPO DE ESTACIÓN DE CÓMPUTO PARA LA ENSEÑANZA DE OFICIOS.	87
GRÁFICO 5.8	PROPUESTA DE ESPACIO VIRTUAL DE APRENDIZAJE EN EL AULA (EVAA).	88
GRÁFICO 5.9	VELOCIDAD DE INTERNET VS FUNCIONES PERMISIBLES DE NAVEGACIÓN.	90
GRÁFICO 5.10	VELOCIDAD DE INTERNET VS FUNCIONES PERMISIBLES DE NAVEGACIÓN.	91
GRÁFICO 5.11	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA.	95
GRÁFICO 5.12	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL.	96
GRÁFICO 5.13	SALARIO PROMEDIO MENSUAL EN DÓLARES EN EL SALVADOR.	98

Índice de Tablas.

TABLA 1.1	DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR EDADES DE ACUERDO A SU ACTIVIDAD.	50
TABLA 1.2	CANTIDAD DE POBLACIÓN POR EDADES DE ACUERDO A SU ACTIVIDAD.	51
TABLA 1.3	PRINCIPALES INDICADORES DE LA CONSTRUCCIÓN.	55
TABLA 3.1	TIPOLOGIA DE EMPRESAS CONSULTADAS.	61
TABLA 3.2	CONOCIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA.	62
TABLA 3.3	FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA.	64
TABLA 6.1	ABSORCIÓN DEL SALÓN EN M2.	77
TABLA 6.2	COCIENTES DIURNOS MÍNIMOS.	78
TABLA 6.3	INTENSIDAD LUMÍNICA MÍNIMA PARA ESCUELAS.	79

Introducción.

La República de El Salvador se encuentra ubicada en Centro América, en las costas del Océano Pacífico, dividida políticamente en 14 departamentos, cuya capital es la ciudad de San Salvador (Rodríguez, 2004).

El Salvador es el país más pequeño de Centroamérica; según el servicio nacional de estudios territoriales (SNET) al contar con una extensión territorial de 21041 km² y una población de 6.7 millones de personas aproximadamente (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012).

Más del 49.92% de la población se encuentra en un estado de extrema pobreza severa (Briones, Castro, & López, 2005) por lo que la falta de recursos económicos deriva directamente en dificultades para poder costear la canasta básica, acceder al sistema de salud pública, la obtención de un grado académico, entre otros.

La dificultad de obtener un grado académico en El Salvador condiciona el perfil laboral de la población en general, creando baja competitividad, lo cual dificulta grandemente el acceso al mercado laboral formal a aquellos en edad productiva para trabajar; dichas dificultades se ven reflejadas en un aumento considerable del sector económico informal (Ministerio de Economía, 2012).

Por otro lado de acuerdo a la encuesta de hogares de propósitos múltiples (Dirección General de Estadísticas y Censos, 2011) en promedio cada hogar de El Salvador está conformado por 3.9 habitantes y su ingreso promedio mensual es de 486.67 dólares americanos; dichos números generan gran incertidumbre en los hogares salvadoreños por lo que la búsqueda de trabajo por parte de todos los miembros del grupo es un fenómeno generalizado en las familias salvadoreñas.

De acuerdo a la tesis "Evaluación de políticas de inserción laboral y su impacto en los jóvenes", la puesta en marcha de las políticas de ajuste estructural en El Salvador ha influido de manera directa e indirecta en las características del empleo en las últimas décadas. Así, se puede observar que la nueva singularidad en la creación de empleo es el uso intensivo de mano de obra barata (Reyes Núñez, García Sanchez, & Velásquez Leiva, 2010).

Sin embargo a pesar que entre el año de 1992 y el 2000, se crearon 569,550 puestos de trabajo, la oferta de trabajo ascendió a 972,728 (población en edad de trabajar), por lo que cerca de un 40% de la población en edad de trabajar no fue absorbida por la oferta de empleo disponible, lo cual

repercute en la informalización del empleo y en la migración de mano de obra salvadoreña hacia el extranjero (Lara, 2008).

Frente a este tipo de dificultades y desigualdades dentro de la población salvadoreña, a partir del año 2001, El Salvador fue incluido dentro de un plan de desarrollo a nivel mesoamericano¹, el cual incluía los países que conforman a Centroamérica (Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) y los estados de la región sur-sureste de México (Chiapas, Guerrero, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán).

Dentro de dicho plan estratégico se incluyó una iniciativa para el desarrollo de la calidad del capital humano mediante la formación de mano de obra calificada, buscando que la población pudiera mejorar sus posibilidades de acceder al mercado laboral formal.

En aras a lograr dicho fortalecimiento, los gobiernos en Centroamérica limitaron lo establecido en los objetivos del plan estratégico a la mejora de sus infraestructuras escolares mediante la compra de mobiliario y en algunos casos el montaje de centros de cómputo y conexiones a internet.

En el caso de El Salvador durante el período presidencial 2009-2014 hasta la fecha se ha construido, ampliado o renovado 868 centros escolares; y se encuentran en ejecución 150 centros más a un costo de inversión de aproximadamente 50,000 dólares americanos².

Sin embargo según el Banco Centroamericano de Integración Económica, El Salvador presenta rezagos en sus estadísticas educativas; la tasa de analfabetismo es de 16.6% de la población mayor de 15 años de edad. La participación por niveles educativos es la siguiente: la tasa de matrícula neta en el nivel primario es de 94%, la tasa de matrícula neta en el nivel secundario es de 55%, y la tasa de matrícula en el nivel terciario es de 24.6%.

La confrontación de estos datos muestran que aunque por un lado se realizan fuertes inversiones para la mejora de la infraestructura escolar, las medidas para aumentar la asistencia a los centros educativos se quedan cortas por lo que el trabajo de investigación pretende utilizar la creación de espacios virtuales que ayuden a la formación académica sobretodo de la población en mayor riesgo de desertar el sistema formal.

¹ Cfr. Plan Puebla-Panamá, propuesta de países mesoamericanos para fortalecer la integración regional y fortalecer los proyectos de desarrollo social y económico en los estados del sur-sureste de México y el Istmo Centroamericano.

² Según datos disponibles en la página web del Ministerio de Educación (www.mined.gov.sv).

En los últimos años se ha comenzado a intuir las enormes posibilidades de la Realidad Virtual en el ámbito educativo. De hecho, la educación constituye actualmente uno de los ámbitos más prometedores para el diseño y aplicación de aplicaciones de Realidad Virtual, fundamentalmente gracias a la capacidad de introducir al alumno en entornos inmersivos y multisensoriales, en los que los estudiantes puedan interactuar con un ambiente artificial que estimule su proceso de aprendizaje (Vera Ocete, Ortega Carrillo, & Burgos Gonzáles, 2003).

Sin embargo con lo que respecta a la relación entre la educación y el espacio en que esta se desarrolla Verónica Toranzo comenta que “el espacio forma parte de un currículum silencioso y oculto de la escuela; currículum fuertemente ocupado por las diferentes disciplinas y áreas de aprendizaje. El espacio está, es visible y como tal difícilmente cuestionable. Se enseña dentro de él y no con él, siendo sólo un “contenedor” de la educación” (Toranzo, 2007).

Entonces ¿Cuál debe de ser la respuesta de la arquitectura frente a la aplicación de sistemas de realidad virtual en la educación?

La aplicación de la realidad virtual en la arquitectura ha comenzado con proyectos como centros comerciales virtuales, universidades virtuales, bibliotecas y hospitales virtuales, y se encuentran actualmente en proceso de evolución y desarrollo (Gonzalo Vélez, 2000).

En el ámbito de la educación, se han desarrollado ambientes virtuales de aprendizaje, que son aquellos espacios en donde las nuevas tecnologías tales como los sistemas de comunicación satelitales, el internet, recursos multimedia, entre otros, se potencializan para generar nuevos tipos de interacción entre el estudiante, el asesor, los contenidos, la evaluación y las tecnologías de la información y la comunicación.

Sin embargo las aproximaciones a este concepto han sido planteadas a partir de campos como la pedagogía, por lo que la investigación propone el uso de espacios virtuales para la enseñanza de oficios relacionados con la construcción en El Salvador a partir de la perspectiva de la arquitectura, y de esa forma comprobar la hipótesis que **“el aprendizaje de oficios relacionados con la construcción mediante el uso de espacios de aprendizaje virtuales proporcionará una mejor opción de inserción inmediata al mercado laboral formal de El Salvador”**.

El trabajo de investigación se estructura en 4 capítulos siendo el objetivo general:

Proponer espacios virtuales de aprendizaje para la mejora de la mano de obra salvadoreña relacionada con el campo de la construcción.

Y desarrollando los siguientes objetivos específicos:

- Definición y propuesta de un espacio virtual de aprendizaje tipo.
- Análisis de la factibilidad del uso de espacios virtuales de aprendizaje para la enseñanza de oficios relacionados con la construcción en El Salvador.
- Plantear un nuevo campo de desarrollo para los profesionales de la arquitectura.

El primer capítulo es una introducción a la definición de los espacios virtuales de aprendizaje y a la evolución de los sistemas de aprendizaje no presenciales en los últimos años; además se introduce al lector en el tema de la realidad virtual y su relación con la arquitectura.

El segundo capítulo busca la relación existente entre la educación y la arquitectura y cuál ha sido la respuesta de la arquitectura frente a la evolución de las herramientas de enseñanza en la última década; se aborda la realidad de la educación en Latinoamérica y su incidencia en el estado del mercado laboral y de manera más peculiar se hace una revisión de esta relación entre educación y trabajo en El Salvador.

El tercer capítulo aborda el método utilizado para el desarrollo de la investigación, mencionando aspectos importantes como las principales fuentes consultadas para la estructuración del marco teórico, los instrumentos utilizados para la comprobación de la hipótesis y en análisis de los datos obtenidos durante la investigación y su posterior aplicación en la propuesta final abordada en el capítulo 4.

Finalmente el cuarto capítulo desarrolla la propuesta de aplicación de espacios virtuales de aprendizaje en El Salvador en tres diferentes niveles haciendo hincapié en las ventajas y desventajas de cada una de ellas así como en el costo económico de su aplicación.

CAPÍTULO 1 |

Espacios Virtuales de Aprendizaje

Estudiando la arquitectura escolar se pueden encontrar pocos ejemplos en los que el espacio arquitectónico es resultado de las necesidades impuestas por el método educativo.

Por lo general, el diseño de espacios de aprendizaje se ha limitado al cumplimiento de un programa arquitectónico en el que el número de estudiantes es uno de los puntos de mayor jerarquía en el proceso de diseño; esta situación genera que el espacio se convierta en parte de un currículo silencioso y oculto de la escuela (Torranzo, 2007).

Esto se puede explicar mejor al observar que desde la perspectiva de la pedagogía un espacio de aprendizaje constituye un escenario de construcción de conocimiento en el que un agente educativo genera intencionalmente un conjunto de actividades y acciones dirigidas a garantizar la consecución de un objetivo de aprendizaje amplio que es pertinente para el desarrollo de competencias en uno o varios dominios de conocimiento de uno o más educandos pertenecientes a una cultura (Otálora Sevilla, 2010).

En esta perspectiva de “espacio de aprendizaje” la temática es abordada exclusivamente desde el área de la pedagogía, dejando a un lado el papel del diseño del espacio, es decir, del espacio arquitectónico.

Y es que la realidad es que a pesar que el espacio “es” y es visible, se enseña dentro de él y no con él, siendo sólo un “contenedor” de la educación (Torranzo, 2007) en el que las posibilidades de utilizar el diseño del espacio arquitectónico para potenciar el aprendizaje de los estudiantes no es aprovechado.

Una de las razones por las que ha existido en la mayoría de casos un distanciamiento entre la pedagogía y la arquitectura es porque los esfuerzos de mejorar la educación en los países se enfoca en aumentar la infraestructura educativa; esta situación conlleva a una búsqueda de maximizar los recursos económicos para poder construir la mayor cantidad de planteles educativos siendo necesario para ello reducir al mínimos los requerimientos arquitectónicos.

Sin embargo como se verá más adelante el aumento de edificaciones educativas no conlleva a una mejora en las estadísticas de asistencia y sobre todo de disminución en la tasa de deserción escolar.

En la actualidad no solo existe una desincronización entre el desarrollo de la pedagogía y la arquitectura; aunado a esta situación la irrupción de las

tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) ha generado una dificultad de sincronía más para la educación.

Esto se puede explicar debido la carencia de recursos financieros, el insuficiente apoyo institucional o la dificultad de adaptación por parte de los docentes (Martín-Laborda, 2005); sin querer profundizar en la relación de las TIC's con la educación si se considera que de la forma en que se ha planteado la incorporación de estas nueva tecnologías ha sido como la compra e instalación de nuevas herramientas en los centros educativos ya establecidos.

Con respecto a ello se plantea en el presente trabajo de investigación como la aplicación de espacios virtuales para la enseñanza a través de la aplicación de estas nuevas tecnologías puede ser una opción real dentro de la educación moderna.

1.1) Antecedentes

Un ambiente virtual de aprendizaje es aquel espacio físico donde las nuevas tecnologías tales como los sistemas satelitales, el internet, los recursos multimedia, y la televisión interactiva entre otros, se han potencializado rebasando al entorno escolar tradicional; este tipo de espacio favorece al conocimiento y a la apropiación de contenidos, experiencias y procesos pedagógico-comunicacionales (Avila M. & Bosco H., 2001).

Los ambientes virtuales de aprendizaje son una propuesta metodológica para operar los modelos educativos innovadores, ya que crear un ambiente de este tipo no es trasladar la docencia de un aula física a una virtual, se requiere que quienes participan en el diseño conozcan todos los recursos tecnológicos disponibles (López Rayón Parra, Escalera Escajeda, & Ledesma Saucedo, 2002).

Estas herramientas son variadas pero se pueden mencionar los portales de distribución de contenidos, entornos de trabajo en grupo o de colaboración, sistemas de gestión de contenidos, sistemas de gestión el conocimiento, entre otras.

Otro problema en el uso de ambientes virtuales para el aprendizaje es el desarrollo de habilidades de ubicación dentro entornos virtuales; esto puede ser mejor representado en el uso de juegos para el aprendizaje en el que es controlada la visión del personaje haciendo uso del ratón o de teclas.

Los ambientes de aprendizaje no se circunscriben al espacio escolar o a la educación formal, ni tampoco a una modalidad educativa en particular, se trata de aquellos espacios en donde se crean las condiciones para que el individuo se apropie de nuevos conocimientos, de nuevas experiencias y de nuevos elementos que le generen procesos de análisis, reflexión y apropiación (Méndez Barceló, Rivas Diéguez, & del Toro Borrego, 2007).

Dichos espacios de aprendizaje virtual (EVA) están conformados por el espacio físico mismo, el estudiante, el asesor, los contenidos educativos, la evaluación y los medios de información y comunicación (Avila M. & Bosco H., 2001); sin embargo la diferencia principal entre los sistemas educativos tradicionales y la nueva propuesta de espacios virtuales es que dichos entornos cuentan con un grupo de herramientas que apoyan todo el trabajo en el mismo, como son las listas de discusión, Chat, las herramientas propias de administración (Méndez Barceló, Rivas Diéguez, & del Toro Borrego, 2007).

El hecho de generar, analizar y comprender las configuraciones de entornos para la enseñanza y el aprendizaje en línea implica, necesariamente, reconocer su enorme complejidad intrínseca, asociada a la gama de usos de estas tecnologías, a su diversidad y a la heterogeneidad de criterios utilizados para describirlos y clasificarlos (Bustos Sánchez & Coll Salvador, 2010).

La riqueza y limitaciones del uso de la realidad virtual en el proceso de aprendizaje surgen precisamente del hecho mismo de definir ¿qué es la realidad virtual? Ya que es a partir de la respuesta a dicha pregunta que surge un sinnúmero de opciones tecnológicas con diferentes costos de implementación y con sus propias reglas de cómo y qué tipo de relaciones pueden surgir entre el usuario y el sistema.

En la actualidad, los tipos de EVA de uso más extendido a nivel escolar son: la educación a distancia, plataformas de e-learning, b-learning, blogs, wikis y redes sociales. Lo que distingue a estos ambientes entre sí es su dimensión tecnológica y, por lo tanto, las potencialidades educativas que cada uno de ellos ofrece, al servir de soporte a distintas actividades de aprendizaje (Salinas, 2011).

Por otro lado es de suma importancia que la construcción de programas educativos que utilicen espacios virtuales de aprendizaje integren de manera correcta las teorías pedagógicas, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), los espacios virtuales, la realidad

virtual y las funciones de cada uno de los miembros del sistema educativo (Gil Rivera, 2002).

Sin embargo estos entornos, generados principalmente mediante plataformas o un sistema de gestión de aprendizaje, se centran primeramente en la administración del curso por lo que pocas aplicaciones han sido diseñadas desde una visión sistémica fundada en teorías del aprendizaje (Salinas J. , 2009).

Para ello autores como (Méndez Martínez, 2006), (Williams, Schrum, Sangrá, & Guárdia, 2006), (Gil Rivera, 2002) sugieren el uso del diseño instruccional para programas educativos a distancia. Según Molenda (1997) citado por (Williams, Schrum, Sangrá, & Guárdia, 2006), el diseño instruccional nació de la psicología conductista ("aprender mediante la respuesta") y de la ingeniería de sistemas que influyen en las ciencias del diseño.

El diseño instruccional orienta la planeación de diversos momentos de acciones educativas concretas, tanto en la elaboración de materiales, como en la planeación de cursos (Méndez Martínez, 2006); debido a ello este tipo de método puede ser muy efectivo en el diseño de cursos a distancia, sin embargo, debido a que el objeto principal del trabajo de investigación no es la determinación de características pedagógicas del sistema de realidad aumentada, no se ahondara más en el tema.

1.2) La educación a distancia.

La educación a distancia es un sistema tecnológico de comunicación masiva y bidireccional que sustituye la interacción personal en el aula del profesor y alumno, como medio preferente de enseñanza, por la acción sistemática y conjunta de diversos recursos didácticos y el apoyo de una organización tutorial, que proporcionan el aprendizaje autónomo de los estudiantes (García Aretio, 1987).

Uno de los puntos importantes a resaltar de esta definición es que la educación a distancia no solo puede ser vista como un sistema pedagógico de enseñanza sino también como una herramienta tecnológica cuyo alcance sobrepasa las dimensiones del aula física tradicional.

Este tipo de sistema tecnológico se caracteriza por la flexibilidad en cuanto al manejo de sus propios tiempos por parte del estudiante, la ausencia del requisito de asistencia periódica a clase, la posibilidad de seguir los estudios desde cualquier parte a donde el alumno se vea obligado a

trasladarse por distintas razones laborales o personales, en definitiva proporcionando un alto grado de autonomía al educando (Solari & Germán, 2004).

De acuerdo al Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia los principios básicos de la educación a distancia son (SENA, 2013):

- a) Personalización: la educación a distancia facilita el desarrollo de la capacidad del usuario.
- b) Autonomía: permite al alumno la autogestión y autocontrol de su propio proceso de aprendizaje.
- c) Integralidad: comprende aspectos científicos, tecnológicos, humanísticos y sociales.
- d) Permanencia: proporciona las herramientas necesarias para replicar este modelo de educación.
- e) Integración: se vincula la teoría con la práctica en situaciones reales.
- f) Diferencialidad: respeta las características individuales de cada alumno como su edad, nivel académico, habilidad para aprender, etcétera.
- g) Flexibilidad: puede ser adecuada a las necesidades particulares de cada alumno.
- h) Autoevaluación: fomenta el desarrollo de la capacidad de autoevaluación de las personas.

Por otro lado la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) menciona que todo sistema de educación a distancia posee los siguientes componentes en común (Coord. Khvilon, 2002):

- a) La misión de un sistema de aprendizaje a distancia es lo que define su rol dentro del contexto de la política nacional.
- b) Los cursos y los programas de estudio definen el perfil de un sistema o institución.
- c) Las estrategias y metodologías de enseñanza utilizadas dependerán, en parte, del tipo de programa y de las necesidades educativas para las que fueron diseñadas, pero también dependerán de la filosofía y los valores educativos de ese sistema en particular, y de las características educativas y el potencial de las tecnologías que se utilicen.
- d) Los materiales y recursos son componentes esenciales de todos los sistemas de aprendizaje a distancia.

- e) La comunicación entre profesores y alumnos es un componente importante de la educación a distancia, como en toda forma de educación.
- f) Los requerimientos de infraestructura y equipamiento también suelen ser muy distintos de los que se utilizan en las instituciones educativas tradicionales; entre otros.

Por otro lado algunas de las dificultades que se encontraron en un principio a través de la práctica docente son (Merino, 2013):

- a) La necesidad de realizar investigación a través de laboratorios o mediante trabajo de campo;
- b) Limitación de la lectura del estado anímico del estudiante por parte del tutor o encargado;
- c) Falta de resolución necesaria para cierto tipo de imágenes o gráficos.

El primer punto engloba una de las mayores dificultades a superar por parte de la educación a distancia sobre todo si se parte del hecho que al ser uno de los objetivos de este tipo de educación el proporcionar acceso a lugares remotos, la carencia de laboratorios o maquinaria especializada se convierte en una barrera difícil de superar.

Claro que conviene aclarar que esta dificultad es exclusiva de aquellas especialidades de mayor carácter científico o experimental; sin embargo este punto no se encuentra en todas aquellas materias cuyo aprendizaje no requiere de maquinaria especializada.

El segundo punto ha mejorado considerablemente gracias a los dispositivos que en la actualidad se encuentran integrados con la computadora desde su ensamblaje original como lo son cámaras web, micrófonos, auriculares, etc.

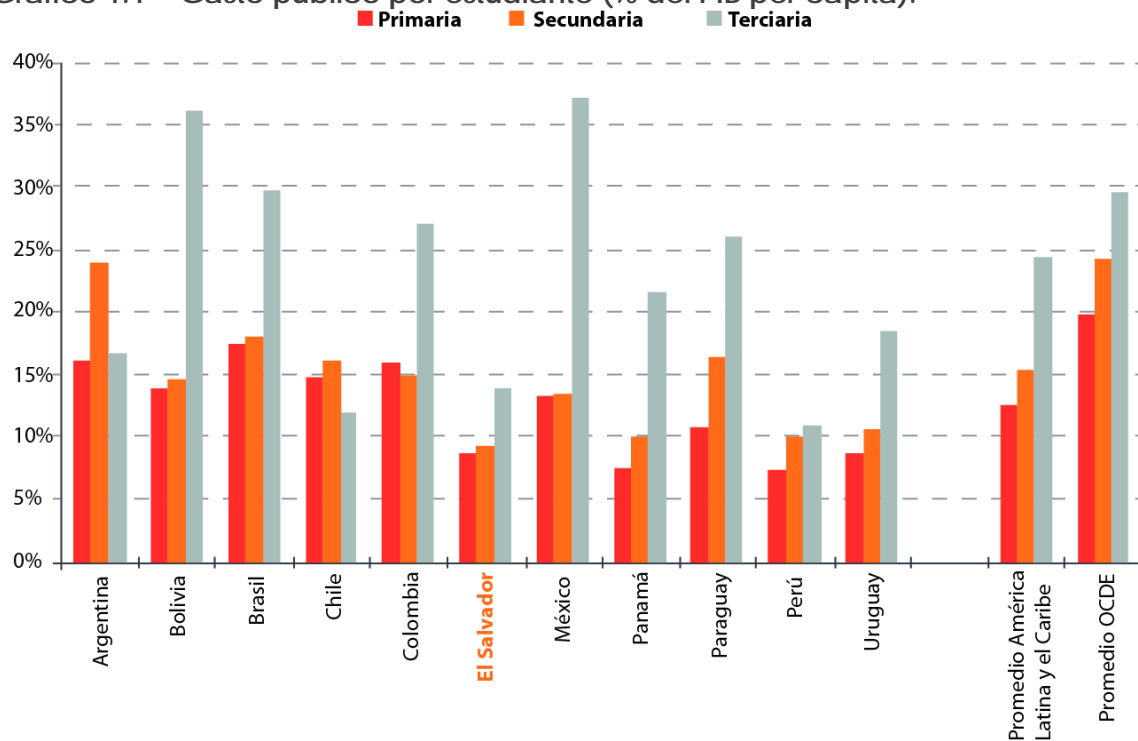
Uno de los problemas de la aplicación de sistemas de educación a distancia es que es necesario la construcción o adecuación de un aula existente en el cual se incorporen las tecnologías necesarias para el funcionamiento de este sistema lo que conlleva a un gasto extra por sobre el presupuesto de un aula tipo tradicional.

a) Inversión en educación en América Latina.

En los últimos años la inversión en educación en los países iberoamericanos se ha incrementado considerablemente, como por ejemplo en Brasil y

México, que han aumentado el porcentaje de su producto interno bruto (PIB) destinado a educación (5,9% y 4,1%, respectivamente), a pesar de que la cifra recomendada por la UNESCO es del 7% (García Aretio, Ruiz Corbella, Quintanal Díaz, García Blanco, & García Perez, 2009).

Gráfico 1.1 Gasto público por estudiante (% del PIB per cápita).



Fuente: Instituto de Estadística de la UNESCO citado en (OCDE/CEPAL, 2011).

El crecimiento económico, la evolución demográfica y la participación privada explican el aumento del gasto en educación por estudiante de los países de América Latina y el Caribe. Incide, en primer lugar, el crecimiento económico de la última década, que redundó en un aumento del PIB per cápita en muchos países de la región.

En segundo término, el envejecimiento de la población que trae aparejada una reducción del porcentaje de población en edad escolar (en particular, en Argentina, Brasil, Chile y México).

Finalmente, el aumento de la participación privada en la entrega de los servicios educativos (en especial en Argentina y Chile) se ha traducido en una expansión del porcentaje de estudiantes en establecimientos privados, permitiendo la liberación de más recursos públicos por estudiante como se observa en la gráfica 1.1 (OCDE/CEPAL, 2011).

Por otra parte de acuerdo al discurso de las reformas educativas en América Latina llevadas a cabo en los años noventa por los gobiernos con apoyo y orientación del Banco Mundial, transmitían que no eran necesarios más recursos para la educación pública, sino que bastaba el uso más eficiente de los recursos existentes (García Aretio, Ruiz Corbella, Quintanal Díaz, García Blanco, & García Perez, 2009).

Sin embargo, al hablar de educación a distancia es necesario también que parte de la inversión en educación sea destinada a la imprescindible implantación de infraestructura tecnológica para el acceso a conocimientos y a la prestación de servicios públicos mediante redes digitales (García Aretio, Ruiz Corbella, Quintanal Díaz, García Blanco, & García Perez, 2009).

Con respecto a ello en la declaración de Florianópolis, la cual fue redactada en la ciudad del mismo nombre en Brasil por los representantes de los países de América Latina y el Caribe se resolvió con respecto a la pronunciación de las Naciones Unidas a través del consejo económico y social de declarar el año 2000 como el año de “El desarrollo y la cooperación internacional en el siglo XXI: la función de las tecnologías de la información en el contexto de una economía mundial basada en el saber” en su punto 4to que (Reuniones Regionales de Mecanismos Internacionales de Asistencia Humanitaria en América Latina y el Caribe, 2011):

“Desarrollar los mecanismos y hacer las inversiones que sean necesarias, en colaboración con el sector privado, para que todas las localidades de todos los países de la región cuenten con centros comunitarios de conexión a la red digital, a fin de superar a la marginalización de la población del acceso a los servicios de la nueva economía, tales como comercio electrónico, telemedicina, trámites en línea, reforzando la infraestructura física y promoviendo las condiciones para un amplio acceso a las redes digitales;”

Por lo que existe en América Latina, incluyendo El Salvador, acuerdos previos para buscar mecanismos de inversión en sistemas tecnológicos que mejoren la accesibilidad a la educación, entre ellas, la educación a distancia.

b) Infraestructura.

Para que la sociedad tenga acceso al conocimiento y aproveche al máximo la tecnología, es necesario garantizar una infraestructura y un acceso a la tecnología de calidad (García Aretio, 1987) partiendo del hecho que en América Latina existe una brecha digital importante, tanto en comparación con los países desarrollados como en comparación con los países de la región.

En Latinoamérica varios países tienen estipulados dentro de su legislación cual debe ser la inversión en educación por ejemplo (Morduchowicz & Duro, 2007) en Ecuador no deber ser inferior al 30% de los ingresos corrientes; en Paraguay debe ser 20% del presupuesto total del país; en Costa Rica debe ser el 6% del Producto Interno Bruto (PIB); en Argentina es aproximadamente del 6% del PIB mientras que en Guatemala es un porcentaje similar.

Sin embargo al menos en el caso de México la Cámara Mexicana de la Construcción (CMIC) expone 3 obstáculos del sector de la infraestructura educativa de los que se destaca el primer punto el cuál menciona que la inversión en infraestructura no es una prioridad en la política educativa ya que el 97.2% del gasto educativo está destinado al pago de servicios personales y gastos de operación (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2012).

Debido a esta situación en general en América Latina históricamente se ha dejado a un lado la inversión en infraestructura, sin embargo, en la actualidad se ha comenzado a cambiar esta tendencia; en el caso de El Salvador el Ministerio de Educación estima que invertirá \$140.3 millones en más de 5,200 proyectos de infraestructura escolar en el quinquenio 2009 - 2014 (Transparencia Activa, 2011), con un enfoque primordial en la construcción y reconstrucción de escuelas.

Con lo anterior es visible que existe una nueva política por parte de los Gobiernos de redirigir parte del presupuesto de inversión en educación hacia su infraestructura con lo que se puede prever la factibilidad de inversión en nuevos sistemas tecnológicos de aprendizaje.

c) El Aprendizaje Electrónico (e-learning).

La educación a distancia creó las bases para el desarrollo del e-learning o aprendizaje electrónico, el cual busca resolver algunas dificultades en cuanto a tiempos, sincronización de agendas, asistencia y viajes.

El término “e-learning” viene de dos siglas en inglés, la “e” de e-learning se corresponda a la palabra “electronic” en inglés, así forma un sustantivo compuesto cuyo núcleo es la palabra learning que se traduce como aprendizaje. Ante esta combinación el término se traduce de manera apropiada como “Aprendizaje Electrónico” o aprendizaje por medios electrónicos (Rodríguez Gómez, 2006).

Los sistemas e-learning son el último paso de la evolución de la educación a distancia; fueron inventados en el siglo XIX con el objetivo de proporcionar acceso a la educación a todos aquellos que por diversas razones no podían acceder a las clases presenciales, constituyéndose en un sistema adecuado para estudiantes con autodisciplina y perseverancia para estudiar en solitario o con puntuales apoyos de un tutor (Delgado Cejudo, 2003).

Uno de los puntos más fuertes del uso de plataformas de aprendizaje electrónico es la disponibilidad de información 24 horas al día, 7 días a la semana, 365 días al año (Barberá, 2006); esto permite una flexibilización del aprendizaje ya que el estudiante tiene la posibilidad de acceder a la información de acuerdo a su propio horario.

Algunas otras ventajas que proporciona este tipo de educación son (Cabero, 2006):

- a) Pone a disposición de los alumnos un amplio volumen de información.
- b) Facilita la actualización de la información y de los contenidos.
- c) Flexibiliza la información, independientemente del espacio y el tiempo en el cual se encuentren el profesor y el estudiante.
- d) Permite la deslocalización del conocimiento.
- e) Facilita la autonomía del estudiante.
- f) Ofrece diferentes herramientas de comunicación sincrónica y asincrónica para los estudiantes y para los profesores.
- g) Permite que en los servidores pueda quedar registrada la actividad realizada por los estudiantes.
- h) Ahorra costos y desplazamiento.

Este tipo de sistemas permite también conocer de antemano el calendario de actividades a realizar durante un tiempo determinado así como los alcances de cada una de esas tareas por realizar; además las plataformas proveen herramientas, tanto a profesores como a estudiantes, que facilitan la evaluación, la transferencia de información, la comunicación entre las partes, etcétera.

Sin embargo también este tipo de educación presenta ciertas desventajas las cuáles pueden ser enumeradas de la siguiente manera (Cabero, 2006):

- a) Requiere más inversión de tiempo por parte del profesor.
- b) Precisa unas mínimas competencias tecnológicas por parte del profesor y de los estudiantes.
- c) Requiere que los estudiantes tengan habilidades para el aprendizaje autónomo.
- d) Supone la baja calidad de muchos cursos y contenidos actuales.

Una de las grandes barreras actuales para la aplicación de sistemas de aprendizaje e-learning es que principalmente los profesores en general no han sido instruidos en el uso de este tipo de tecnología lo cual puede llegar a generar confusión entre los estudiantes durante el desarrollo del curso.

Para ello es necesario prever una capacitación del staff de profesores de una institución en el uso de nuevas herramientas de la información y la comunicación.

d) Aprendizaje semipresencial (B-Learning).

A pesar de la gran expectativa que tuvo en un inicio el aprendizaje electrónico, este no pudo responder de manera adecuada a las necesidades del mercado llegando inclusive a hablarse de un fracaso generalizado (Bartolomé, 2007).

Debido a ello, la evolución natural del aprendizaje electrónico derivó en un método instructivo que combina las bondades del sistema presencial con el sistema virtual de enseñanza.

El aprendizaje semipresencial o blended learning es aquel diseño docente en que las tecnologías de uso presencial (físico) y no presencial (virtual) se combinan con el objeto de optimizar el proceso de aprendizaje (Alemany Martínez, 2007).

Dentro de las principales ventajas de la educación semipresencial o en otros términos física-virtual, podemos mencionar la posibilidad de

personalizar el contenido del curso para cada estudiante, se puede aumentar el alcance de la enseñanza, mejorar las condiciones de trabajo (tanto para el estudiante como para el profesor), potenciar el aprovechamiento del tiempo evitando desplazamiento al centro de enseñanza, entre otras (Bailey, Ellis, Schneider , & Vander Ark, 2013).

Una educación física – virtual puede incluir actividades presenciales y en línea, clases presenciales tradicionales en diferentes formatos (fines de semana, semanal, intensiva, entre otras), herramientas tecnológicas como plataformas de contenido en línea o redes sociales, simulaciones, actividades grupales, etcétera (University of Western Sidney, 2013).

Al diseñar un curso mediante el aprendizaje semipresencial es necesario que las actividades a realizarse estén previamente establecidas con la mentalidad que deben ser desarrolladas exclusivamente por el estudiante, para ello los documentos y recursos necesarios para llevar acabo cada tarea deberán estar preparadas también.

Sin embargo es importante que aunque todos los recursos deben estar previamente preparados, esto no significa necesariamente que todos estén disponibles en todo momento para el estudiante; la información necesaria estará habilitada conforme el individuo vaya avanzando con las diferentes actividades.

El principal objetivo de cada unidad de aprendizaje deberá ser que el estudiante adquiriera el conocimiento por lo que será válido el uso de exámenes en e l que el estudiante tenga varias oportunidades para responder de forma correcta.

El estudiante deberá saber de forma clara que se espera que realice en cada unidad, así como dónde y en qué momento debe ser entregado; toda esta información deberá estar disponible en línea para que el estudiante pueda acceder a ella en todo momento y deberá ser discutida durante las clases presenciales para solventar cualquier duda.

Finalmente es importante que el estudiante este consciente y reconozca de forma clara cuál es el objetivo y el conocimiento final a obtener al realizar cada una de las actividades diseñadas por el docente.

1.3) La realidad virtual.

Hoy en día los sistemas digitales y las visualizaciones gráficas han pasado a ser parte del día a día para profesionales relacionados con la ingeniería, arquitectura, o diseñadores de interiores.

Por otro lado la tecnología asociada con estos sistemas cada día es más accesible para la población y mucha de ella se encuentra incorporada dentro de las especificaciones estándar de cualquier ordenador.

Sin embargo una definición precisa de lo que es la realidad virtual es un concepto que no se encuentra presente en la mayoría de la población; para ello es necesario revisar la evolución de estos sistemas en los últimos años.

a) La historia de la realidad virtual.

La historia de la evolución de la realidad virtual se puede remontar hasta 1956 y al simulador Sensorama; Morton Heilig inventa en este año un simulador cuyo objetivo era permitir realizar al usuario un paseo por motocicleta en la ciudad de Nueva York (García Martínez, 2002); este sistema permitía inclusive percibir olores al pasar por ciertos puntos.

La siguiente propuesta fue realizada por Ivan Sutherland (Sutherland, 1965) en la cual propuso un sistema que incluyera gráficos, olores, retroalimentación forzada, sonidos y sabores denominado "The ultimate display" (la pantalla final).

La espada de Damocles en 1968 fue la creación por parte de Sutherland del primer casco de visualización integrada (Druck, 2006) haciendo uso de dos pantallas separadas, una para cada ojo, posibilitando una vista estereoscópica y seguimiento de movimiento sincronizado con el movimiento de la cabeza del usuario.

Posteriormente GROPE fue un dispositivo desarrollado por la Universidad de Carolina del Norte, y se trataba de un manipulador virtual de moléculas; su efectividad era severamente limitada debido a la tecnología disponible en esa época (U.S. Congress, Office of Technology Assessments, 1994).

Videoplance fue desarrollado por Myron Krueger y era capaz de percibir el movimiento de siluetas humanas, analizarlas y responder instantáneamente asignándole una imagen gráfica computarizada, sonido y efecto de video

particular, generando “una realidad virtual en la que las leyes de causa y efecto son creadas de un momento a otro (Krueger, 1991)”.

En 1982 Thomas Furness desarrolló en los laboratorios Amstrong de investigación médica de la Fuerza Aérea de Estados Unidos un simulador visual acoplado de sistemas aéreos; este simulador fue diseñado como una plataforma económica para la evaluación de nuevas cabinas para pilotos, haciendo uso de tubos de televisión miniatura y un innovador sistema óptico que permitía al piloto una visión de 120° dentro de una escena de 3 dimensiones (Chung, y otros, 1989).

The Virtual Visual Environment Display (Pantalla de visualización virtual de ambientes) fue construido por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) en 1985. Esta tecnología de visualización y control era capaz de envolver a un individuo en un ambiente virtual generado mediante medios visuales (Mcgreevy, 1984).

VPL Research produjo el guante “dataglove” el cuál fue el primer dispositivo comercial de realidad virtual; este sistema utiliza campos electromagnéticos ortogonales para el seguimiento del movimiento de la mano y fibra óptica para el movimiento de los dedos (National Security Agency, 2011).

BOOM (Binocular Omni-Orientation Monitor) fue comercializado por primera vez en 1989 por los Fake Space Labs; es un dispositivo de visualización estereoscópico que se coloca en la cabeza del usuario, los sistemas ópticos y las pantallas se encuentran dentro de una caja la cual posee dos orificios (Beier, 2008).

El Virtual Wind Tunnel (Tunel de viento virtual) desarrollado en 1990 por la NASA Ames era un ambiente virtual para la exploración de campos de flujos inestables (Bryson & Levit, 1991), un sistema BOOM es utilizado para la visualización mientras que se utiliza un guante para agregar a la simulación marcadores como por ejemplo humo.

CAVE (Automatic Virtual Environment) fue originalmente concebido en 1992 por Thomas Defanti y Dan Sandi e implementado por Carolina Cruz-Neira en la universidad de Illinois en Chicago (Achille Peternier & Frédéric Vexo, 2007). Este sistema proyecta imágenes estereográficas en diferentes caras (paredes) asegurando una mejor calidad de resolución.

Finalmente la meta de la realidad aumentada es crear la ilusión que elementos virtuales se encuentran presentes en la realidad (Cawood &

Fiala , 2008); por definición es necesario el uso de un dispositivo para poder observar los elementos virtuales.

b) Definición de realidad virtual.

Los términos realidad virtual y ambientes virtuales son utilizados indistintamente dentro de algunos medios, sin embargo al hablar de “mundos virtuales”, “mundos artificiales”, “realidad artificial”, también se está refiriendo al mismo concepto (Mazuryk & Gervautz, 1999).

En muchas ocasiones la definición de realidad virtual se asocia al uso de dispositivos tales como guantes, pantallas de fijación a la cabeza (HMD) y audífonos sin estar relacionados de ninguna forma con la experiencia de la realidad virtual (Steuer, 1992).

Por otro lado varios autores utilizan definiciones de autores de los años noventa (Mazuryk & Gervautz, 1999), época en que la brecha entre la concepción de la realidad virtual, la tecnología disponible y el costo de ella eran infranqueables.

Pero existe cierto consenso en aquellos elementos comunes que debe poseer un sistema para ser considerado realidad virtual dentro de los que se puede mencionar:

Simulación: la capacidad y fidelidad de reproducción de las nuevas tecnologías disponibles contribuyen a impregnar de realismo los sistemas de RV; de tal forma que los gráficos por ordenador poseen tal grado de realismo que las precisas imágenes logran evocar el concepto de realidad virtual (Heim, 2011).

Muchas personas asocian la realidad virtual y las simulaciones mediante ordenador con la ciencia ficción, con industrias de desarrollo de alta tecnología y compañías desarrolladoras de videojuegos (Strangman & Hall, 2003) pero la realidad virtual y las simulaciones han sido utilizadas en el campo de la educación, en un principio en la aeronáutica y medicina hasta la actualidad en que está siendo utilizada en muchos programas desde nivel primario.

Gráfico 1.2 Procesadores del centro para la simulación del clima de la NASA.



Fuente: Administración Nacional de la Aeronáutica y el Espacio (2010), "DISCOVER supercomputers", Maryland; NASA.

Interacción: la interacción es una característica muy importante de la realidad virtual y está presente en muchos dispositivos actuales que permiten que mediante movimientos naturales realizados en el mundo real, objetos virtuales tengan el mismo comportamiento "donde la ilusión pasa a un segundo plano y es la interacción con el objeto lo que le confiere su calidad de virtual" (Heim, 2011).

De acuerdo a la Real Academia de la Lengua Española, interacción se define como la Acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, agentes, fuerzas, funciones, etc (Real Academia de la Lengua Española, 2001); sin embargo a la luz de las nuevas tecnologías de los medios de comunicación, la interacción es un proceso que permite al receptor realizar el papel del remitente y controlar el contenido del medio (Nalbant & Bostan, 2010).

Artificialidad: Hoy en día "lo artificial" se encuentra presente en muchas áreas de la sociedad, desde la artificialidad de los alimentos hasta espacios artificiales en el internet; en términos de las nuevas tecnologías de la información, la artificialidad puede ser asociada con la intangibilidad de dichos sistemas.

Por otro lado en algunos textos la artificialidad se utiliza como un sinónimo de aquello que es virtual (Krueger, 1991) ya que al hablar de artificial puede ser entendido también como ambientes cuya intangibilidad les permite desligarse por completo de las leyes físicas del mundo real y así, reafirmar su ser virtual.

Inmersión: muy probablemente debido a esta característica propia de la realidad virtual muchas veces es definida en términos de la tecnología utilizada para generarla; a pesar de ello muy pocas personas han podido vivir la experiencia de utilizar sistemas de guantes, cascos HMD y demás dispositivos que ayudan a sumergir al usuario dentro de un mundo virtual.

Gráfico 1.3 HMD (Head Mounted Display) para vuelos más seguros.



Fuente: Centro Aeroespacial Alemán (2012), "HMD for safer helicopters flights", Colonia; DLR.

Y es precisamente ese nivel de conciencia del individuo de saber dónde se encuentra en el que se enfoca mucha de la investigación relacionada con la realidad virtual. Algunos autores (Mazuryk & Gervautz, 1999) sugieren que existen 3 niveles de inmersión en la realidad virtual (Desktop VR, Fish Tank VR y sistemas inmersivo), sin embargo esta clasificación es muy limitada.

La inmersión depende de la calidad de representación visual de la pantalla por lo que los factores que la definen están estrechamente relacionados con los dispositivos utilizados para inyectar de realismo a la representación.

Tele-presencia: es un tipo especial de realidad virtual que simula un lugar real pero remoto o inaccesible ya sea por su distancia o por la escala de este; la realidad virtual se convierte en tele-presencia cuando se está presente desde un lugar distante (Heim, 2011).

Planteado de otra forma mientras que presencia es la forma natural de percepción de un espacio mientras que la tele-presencia es la percepción mediada de un entorno (Steuer, 1992), es decir, que para lograr una percepción del espacio es necesario un medio virtual.

Dentro de los principales obstáculos para la aplicación de este sistema son sus costos; además las instituciones deben de dedicar instalaciones especiales dedicadas para la tele presencia y capacitar a su personal para su uso.

Es importante mencionar que la tele presencia ha avanzado un largo camino desde sus inicios gracias a las continuas mejoras de la tecnología tanto en su capacidad como en su accesibilidad; sin embargo el uso de cámaras web (las cuáles son una parte fundamental de la propuesta de este trabajo de investigación) integradas a computadoras personales y el aumento en velocidad de transferencia de datos, ha hecho que la tele presencia como tal sea obsoleta.

Finalmente una vez revisadas algunas de las características más comunes de la realidad virtual y a pesar de que existe un largo y amplio camino en la investigación para poder llegar a un consenso en la definición universal de realidad virtual, uno de los aportes de esta tesis ha sido definir a la realidad virtual como:

“La simulación de ambientes reales o imaginarios con el objetivo de provocar una sensación de presencia dentro de ellos”.

1.4) Tecnologías de la realidad virtual para la Arquitectura.

La arquitectura no ha sido la excepción frente a la incursión de las tecnologías de la comunicación y la información, siendo modificado en gran medida el proceso de producción de proyectos.

El uso de programas de dibujo asistido por computadora (CAD) comenzó gracias a la industria aeronáutica y automotriz (Osakue, 2009); la base teórica para el desarrollo de programas CAD fue gracias a Sutherland y su publicación “Sketchpad: a man-machine graphical communication

system" el cuál consistía en un sistema que contenía programas de entrada, salida y cálculo que permitía interpretar la información obtenida directamente en una pantalla de ordenador (Sutherland I. , 2003).

De esa primera propuesta teórica a la actualidad la incursión de los sistemas digitales en la Arquitectura y la construcción ha aumentado en forma considerable; no obstante, la Arquitectura afronta un nuevo envite por parte de la tecnología mediante la masificación y comercialización de aplicaciones de realidad virtual.

Estas nuevas aplicaciones se pueden agrupar en dos tipos, aquellas que mediante el uso de la realidad virtual buscan la mejora de algún tipo de proceso dentro del quehacer del arquitecto y aquellas que buscan conferir al objeto arquitectónico todas aquellas características propias de la realidad virtual.

Con respecto al primer grupo se pueden mencionar diversos trabajos desde algunos que sugieren el uso de la realidad virtual para la enseñanza de la arquitectura (Góngora Peñaranda, 2006), métodos para el diseño de aplicaciones de realidad virtual para la enseñanza (Bell & Fogler, 1997), la enseñanza de procesos constructivos a estudiantes del nivel de licenciatura en arquitectura (Pliego Martínez, 2011) entre otros.

La segunda categoría agrupa a todas aquellas investigaciones o propuestas dirigidas a conferir a la arquitectura de un carácter virtual; entre estos trabajos se pueden mencionar la unificación de espacios virtuales y físicos (García Alvarado, 2001), integración de espacios cognitivos y físicos (Anders, 1998), el estado actual y la prospectiva de los museos virtuales (Vélez Jahn, 1999), entre otros.

Dentro de esta realidad la arquitectura virtual es definida como aquel universo de objetos construidos, visualizados, accedidos, manipulados y utilizados tridimensionalmente, con propósito arquitectónico y permanencia con derecho propio, en un ámbito digital informático que les confiere su condición de virtualidad, al ser esta activada dentro o fuera de línea (Vélez Jahn, Congreso Virtual en Arquitectura - Experiencias y Vivencias, 2000).

Aunque esta definición no aclara realmente los alcances de la arquitectura virtual y la diferencia o similitud con otros términos utilizados como arquitectura líquida, arquitectura artificial, entre otras; otra parte importante a destacar es la cualidad de dicha arquitectura de ser virtual.

Como se ha revisado antes, el término virtual puede ser un poco difícil de definir, sin embargo a partir de las características de la realidad virtual se puede observar como la arquitectura desarrollada a nivel de ordenador tiene la potencialidad de dar el salto a obtener el calificativo de virtual.

Para ello la arquitectura generada por computadora debe de realizar una transición entre ser un instrumento meramente de representación gráfica a ser un elemento introducido dentro de una plataforma en línea que permita a los usuarios algunas o todas las características de la realidad virtual.

Por otro lado debe de existir una mayor involucración de los profesionales de la arquitectura en el diseño de espacios para la red, ya que en la actualidad dicho campo es exclusivo de carrera afines a la computación; la implicación de arquitectos en el diseño de espacios virtuales puede derivar en una experiencia más agradable para el usuario utilizando conocimiento propios del diseño de espacios físicos.

Finalmente con el desarrollo de la investigación se ha detectado una falta de trabajos orientados a la conjunción de aplicaciones de realidad virtuales para la enseñanza de conocimientos relacionados con la arquitectura y el desarrollo de proyectos de diseño de espacios virtuales.

1.5) Realidad aumentada.

La realidad aumentada (RA) o augmented reality (AR) es una disciplina relativamente nueva bajo la connotación de realidad aumentada, sin embargo bajo el sentido estricto de que cualquier tipo de dispositivo que tuviera algún tipo de contacto con su entorno (realidad) y a partir de ello proporcionar información de algún tipo al usuario, la realidad aumentada ha estado presente desde hace mucho tiempo.

Según (Beaudouin-Lafon, 1994) “la RA reconoce que la gente está acostumbrada al mundo real, el cual no puede ser reproducido de forma fidedigna en un ordenador. Por lo que la RA lo que hace es construir en el mundo real aumentándolo con capacidades computacionales”.

Esto quiere decir que el objetivo principal de la realidad aumentada es crear una superposición entre la realidad y la virtualidad, “aumentado” de esta manera la información que podemos recabar en una situación cualquiera.

A partir de ello se puede comprobar que mientras que la realidad virtual necesita la reproducción de escenas con el suficiente número de polígonos para que el entorno se asemeje lo mejor posible a la realidad, en la realidad aumentada dicha realidad ya existe por lo que la información (virtual) adicionada a ella consume muy pocos recursos.

Debido a ello una de los principales objetivos de la realidad aumentada será la reproducción de sistemas independientes, portables y que tengan la capacidad de registrar y/o ubicar de forma precisa el entorno virtual en el entorno real (Portalés Ricart, 2008).

En ámbitos como la arqueología y el patrimonio histórico se ha podido observar en los últimos años un mayor uso de esta tecnología en la cual se pueden observar en una superposición sobre el estado actual del bien inmueble algún tipo de reconstrucción, intervención o teoría de su estado original mediante dispositivos móviles.

De acuerdo a (Sanchez Riera, 2013) "en el campo de la planificación y el urbanismo, puede ser utilizada para predecir el impacto que tendrá una construcción sobre el paisaje, y en procesos de construcción y mantenimiento, sugiere que es viable la introducción de realidad aumentada en distintas áreas como el diseño, la excavación, el replanteo, la inspección, la coordinación, o la supervisión de tareas o instalaciones.

Debido a ello como se verá más adelante en esta investigación, la realidad aumentada puede suponer un paso introductorio debido a sus bajos costos operacionales para la introducción de nuevas tecnologías en la enseñanza dentro de la arquitectura, específicamente en temas constructivos.

CAPÍTULO 2 | **Arquitectura y Educación**

Una de las frases más recurrentes en la arquitectura es “la función sigue la forma”, dicha frase enmarca el surgimiento y fin de la época moderna (Cruz, 2011); pero ¿Cuál ha sido la respuesta de la Arquitectura (forma) frente a la enseñanza (función)?.

Para Ferran Ruiz, en su artículo “Por una transformación del diseño escolar” (Ruiz Tarrago, 2008) el entorno físico en el que se desarrollan las actividades de enseñanza y aprendizaje es un factor que tiende a pasar desapercibido; de igual forma menciona que el disponer de una arquitectura escolar que estimule el aprendizaje de todos los alumnos debería de ser un objetivo ajeno a los recursos económicos con que se cuenta.

La problemática de establecer una relación funcional entre el objeto arquitectónico y la experiencia de aprendizaje se da desde la misma institución educativa encargada de formar arquitectos, obviando esta relación a pesar de su gran importancia.

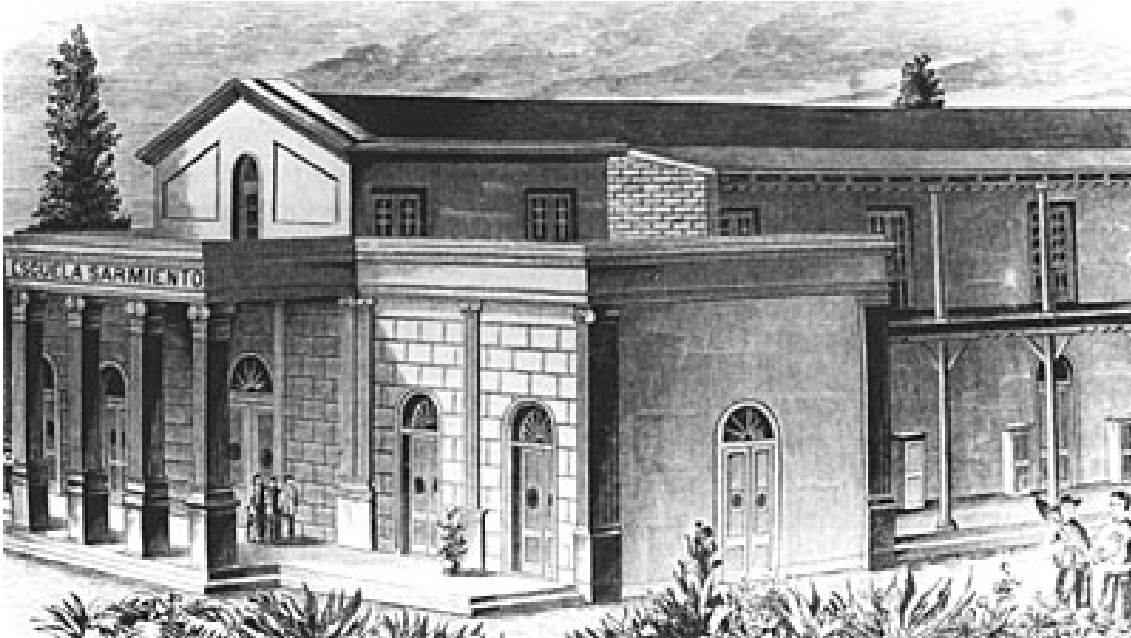
Debido a ello se buscará en los próximos puntos del segundo capítulo establecer aquellos momentos dentro del desarrollo de la arquitectura escolar en que ha existido, sin importar la fuerza del lazo, una relación entre el espacio y el método de enseñanza.

2.1) La relación entre Arquitectura y Educación.

Muy poco autores se han adentrado en la investigación del núcleo del problema de la relación entre Arquitectura y Educación (Muntañola, 2004) por lo que esta sigue siendo aún muy oscura; aun así es posible rastrear intentos históricos de generar dicha relación.

En Argentina en 1880 se emprende una campaña por la construcción masiva de escuelas, con el objetivo que los edificios desarrollados contribuyeran a generar una identidad nacional (Torranzo, 2007); el encargado de dichos proyectos, Domingo Sarmiento, incluye en su libro “De la educación popular” (Sarmiento, 1849) reflexiones acerca de la relación entre otorgar la mayor cantidad de instrucción a un grupo de estudiantes en un tiempo determinado y la visión de la escuela como un fabrica la cual debe ser dotada de material necesario, profesores, etcétera.

Gráfico 2.1 La escuela de San Juan – Sarmiento.



Fuente: Página12 (2008), Argentina; <http://www.pagina12.com.ar>

Entre los años de 1900 y 1950 surgen las escuelas al aire libre en Europa; dichas escuelas buscaban mejorar la salud de los estudiantes mediante la combinación del acercamiento al campo, una dieta nutritiva, aire fresco, luz natural, exámenes físicos constantes y en general un contacto directo con la naturaleza (Mirams, 2011).

Gráfico 2.2 Escuela al aire libre en Ámsterdam.



Fuente: Universidad Politécnica de Catalunya (2008); Artículo 14.

La fundamentación principal de este tipo de educación era que la formación física era igual de importante que la intelectual; debido a ello en el proyecto de una escuela para la ciudad de Ámsterdam diseñado por Johannes Duiker y Bernard Bijvoet se puede observar como los salones obtienen la mayor iluminación natural posible, de igual forma se dispusieron terrazas que servían a dos salones y que podían ser utilizadas independientemente de las condiciones climatológicas.

Con la aparición de los primeros Kindergarten creados por Froebel en 1837, se inició una reflexión sobre la importancia de la actividad lúdica del niño en sus procesos de aprendizaje (Navarro Martínez, Organvidez Yanes, Cañas Fuentes, Parrilla Cubiella, & Parejo Farnés, 2012).

Friedrich Fröbel; en su obra principal, *Die Menschenerziehung* (La educación del hombre), definía su pedagogía, que se inspira en la teoría neohumanista, con las siguientes palabras: “En todo ser reposa, actúa y reina un principio divino, Dios... Todas las cosas existen en virtud de ese principio divino que actúa en ellas y constituye su esencia”.

Gráfico 2.3 Kindergarten Segrt Hlapic.



Fuente: Radionica Arhitecture (2004), archdaily.

Con la irrupción de las teorías de Froebel hubo un cambio en la fisonomía de las escuelas sobre todo de aquellas dirigidas hacia la educación

temprana; los espacios fueron modificados para mejorar sus cualidades de iluminación natural, las dimensiones fueron revisadas para permitir la actividad lúdica y no simplemente una posición estática por parte de los niños.

La relación entre arquitectura y pedagogía fue estudiada en un principio por pedagogos como se ha revisado en los párrafos anteriores, sin embargo es durante la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del siglo XX que distintos arquitectos comienzan a desarrollar este tema (Ramírez Potes, 2009).

Richard Neutra expuso que la antigua escuela en que el estudiante cumplía su función como espectador se veía reflejado en a reglos de asientos fijos y con escritorios atornillados al suelo; el profesor, de frente a sus pupilos, les proporcionaba instrucciones (Whitehouse & Frith, 2009).

Gráfico 2.4 Primer Goetheanum – Rudolf Steiner.



Fuente: Primer Goetheanum (2004), arquitecturaantroposofica.wordpress.com

Neutra insistía que la naturaleza debía ser accesible para que cada aula pudiera abrirse a su propio espacio exterior por medio de una puerta de vidrio; la remoción de paredes y puertas, ambas metafóricas y físicas,

permitiría el potencial de la corriente de flujos y la conectividad, cruciales para la experiencia de aprendizaje.

Posteriormente la metodología Waldorf fue planteada en 1919 por Rudolf Steiner (1861-1925), a petición del industrial Emilt Molt, para la educación de los hijos de los empleados de la fábrica de cigarrillos Waldorf-Astoria, en Stuttgart, Alemania.

En su libro *Schulbauten positiv gestalten: wie Schü-ler Farben und Formen erleben*, Christian Rittelmeyer, sociólogo especializado en pedagogía, explica que la arquitectura institucional Waldorf debe brindar protección, generar ambientes cálidos y amables, ser equilibrada y expresar libertad. No debe ser monótona, rígida, aburrida ni en las fachadas ni en las aulas de clase.

Cabe destacar que la visión de Steiner no solo tuvo aplicaciones en lo que posteriormente se convertiría en el método Waldorf, sino que también tuvo influencia en lo que ahora se conoce como la arquitectura antroposófica la cual está ligada al fenómeno de la vida y las relaciones metamórficas.

Sin querer ahondar en esta visión de la arquitectura es importante destacar a Steiner debido a que los principios de su filosofía derivaron tanto en un sistema educativo como una propuesta arquitectónica.

Finalmente en México el Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (antes conocido como Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas – CAPFCE) se encarga de “fungir como la entidad con capacidad normativa, de consultoría y certificación de la calidad de la infraestructura física educativa del país, de construcción y como una instancia asesora en materia de prevención y atención de daños ocasionados por desastres naturales, tecnológicos o humanos en el sector educativo” (Ley General de la Infraestructura Física Educativa, 2010).

2.2) Las nuevas tecnologías en la educación.

Es necesario realizar una revisión de la situación actual de la educación frente a las tecnologías, abandonando el hecho pedagógico, centrándose principalmente en las características de estas en un intento de vislumbrar una posible conexión entre la arquitectura y la educación.

En una primera aproximación las tecnologías no han tenido una gran influencia dentro de la educación más allá de ser utilizadas como

herramientas dentro de la enseñanza, pero una reflexión más profunda se observa que lo que hay es un gran retraso debido a las implicaciones de los cambios en la educación, que suponen no sólo invertir en equipamiento y en formación sino en un cambio de actitud o de mentalidad (Martín-Laborda, Las nuevas tecnologías en la educación., 2005).

Uno de los cambios principales que ha traído la incursión de la tecnología, especialmente de las TICs, es la abundancia de información (Majo, 2000) con lo que se ha transformado el desconocimiento en la falta de calidad de la información.

Otro cambio es la forma en que se codifica la información (Aliaga & Bartolomé, 2005) al utilizar medios audiovisuales, multimedia y el internet mismo, aunque este último se refiere más a un gestor de la información.

Por otro lado se ha pasado de un modelo en el que existían pocos emisores para muchos receptores a uno en que prácticamente todos son emisores, al grado en que existe más gente interesada en expresarse que en averiguar lo que otros quieren expresar.

A pesar de lo antes expuesto y considerando la complejidad de la educación, la tecnología provee diversas soluciones (National Focus Group on educational technology, 2006) que van desde la inyección de recursos, la educación a distancia o la facilitación de la comunicación hasta el uso de simulaciones en tiempos más recientes.

Dicho esto es claro que la relación entre la tecnología y la educación puede ser recíproca (Klopfer, Osterweil, Grof, & Haas, 2009) ya que mientras que los profesores intentan comprender y aprovechar estas nuevas tecnologías, la aplicación (no necesariamente consiente) de ellas aportará datos y experiencias necesarias para determinar el futuro de su desarrollo.

Es importante resaltar que aunque el desarrollo de las tecnologías y sus contenidos está creciendo rápidamente y existe una gran esperanza en su potencial para poder mejorar las condiciones de la educación sobre todo en países en desarrollo (Winthrop & Smith, 2012) existen numerosas variables que impiden que el uso de la tecnología en la educación progrese.

2.3) La arquitectura frente a las nuevas tecnologías de aprendizaje.

El uso de tecnologías en la arquitectura comenzó con el dibujo de planos asistido por un ordenador (CAD) y en años más recientes ha comenzado a surgir diferentes vertientes dentro de las que se pueden mencionar:

- 1) Representación gráfica de proyectos arquitectónicos 2d y 3d;
- 2) Videos de espacios virtuales.
- 3) Recorridos virtuales Interactivos;
- 4) Impresiones 3d;
- 5) Diseño paramétrico;
- 6) Fabricación Digital, entre otros.

Dentro de estas nuevas aplicaciones, la enseñanza de la arquitectura no ha sido objeto ajeno del uso de la tecnología; en la actualidad es parte de los programas de estudio de arquitectura materias en las que se enseña el uso de programas de dibujo asistido por computadora siendo el más popular Autocad, programas de modelado de información de construcción (BIN) como Revit, programas de representación gráfica como 3ds Max, programas de modelado paramétrico como Rhino.

Sin embargo existe una brecha entre el sistema educativo tradicional, las nuevas tecnologías y el aprendizaje idóneo de un estudiante; esto es debido a que la arquitectura es una profesión cuya base se fundamenta en gran parte en el entendimiento de los procesos constructivos, procesos que son reales y tangibles.

También es necesario el desarrollo de habilidades de sensibilidad espacial, es decir, saber a ciencia cierta las proporciones de un espacio, ¿es el ancho suficiente para cumplir su función?, ¿es la altura correcta?, ¿cuántos metros cuadrados son necesarios para realizar una actividad específica?.

Se puede entrar más a fondo en aquellas características y cualidades que se ven desarrolladas por el estudio de la arquitectura (Lewis, 2001) pero algo que es claro es que la forma en que fueron educados los maestros de arquitectura y la tendencia de la enseñanza hoy en día se contraponen uno con el otro.

Ajeno a esta situación la realidad es que la universidad, debido a muchas razones que pueden ser discutidas, no logra proporcionar al estudiante de todas las herramientas necesarias para la vida laboral, siendo una de las mayores debilidades la experiencia constructiva.

2.4) La educación y la realidad laboral en América Latina.

En los últimos 20 años se ha gastado una gran cantidad de recursos públicos en la provisión de educación básica para niños, jóvenes y adultos (Torres, 2004); resultado de ello ha sido la extensión de los años escolares obligatorios, mayor cobertura de la educación preescolar, accesibilidad a las aulas para personas con capacidades diferentes, y en general se ha mejorado la igualdad de oportunidad educativa para las clases más bajas, inmigrantes, niñas, mujeres e indígenas.

Mientras que para los próximos quince años, la educación en América Latina y el Caribe sufrirá los impactos negativos del estancamiento económico, la inestabilidad política y la decreciente capacidad de los gobiernos para desarrollar políticas sociales sustentables y de largo plazo (Schwartzman, 2001).

De acuerdo a una publicación de la revista de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, la educación en América Latina presenta cuatro grandes problemas:

- El nivel de escolaridad ha subido más lentamente que en otras regiones en los últimos decenios debido a deficiencias en la cobertura de la educación secundaria, ya que los niños abandonan la escuela tempranamente antes de completar la enseñanza secundaria.
- Las diferencias de logro educativo son grandes, porque aunque las nuevas generaciones reciben más enseñanza que las anteriores, dentro de cada generación hay grandes disparidades en el nivel educativo alcanzado, según el ingreso, la clase social y la ubicación geográfica.
- La rentabilidad de la educación es baja para quienes han cursado sólo los primeros años de la enseñanza y para quienes tienen educación postsecundaria no universitaria, pero es alta para quienes tienen educación universitaria; también es considerablemente menor para las zonas rurales que para las urbanas.
- La calidad de la educación es muy inferior para los estudiantes de familias de bajos ingresos, la mayoría de los cuales asisten a las escuelas públicas y no pueden acceder a una educación superior de mejor calidad.

Estos 4 puntos muestran que una de las grandes problemáticas de la educación es que esta proporciona mejores oportunidades laborales hasta un nivel universitario el cual es alcanzado por la minoría de estudiantes que ingresan al sistema educativo formal debido a condicionantes sociales y a

la necesidad de ingresar tempranamente al mercado laboral (en la mayoría de casos de forma informal).

Esto se traduce a que en América Latina 82 millones de personas viven con menos de \$2.50 dólares al día y en que a pesar que la proporción de latinoamericanos con educación terciaria aumento de 9.5% a 14.2% en los países asiático el aumento fue de un 10% a un 20% en el mismo período, por lo que todavía falta mucho por avanzar en Latinoamérica.

a) Panorama de la educación en Latinoamérica.

El desarrollo de la educación en los países que conforman a Latinoamérica no es bajo ninguna forma homogéneo; en el primer grupo de países en América Latina, más de 75% de los niños egresa de sexto grado de primaria. Este grupo incluye a Uruguay, Chile, Argentina, Panamá, Ecuador, Cuba, Costa Rica, Brasil y México. El segundo grupo presenta resultados menos satisfactorios (tasas de graduación entre 50 y 75%) y comprende a Perú, Paraguay, Colombia, Honduras y Venezuela. El tercer grupo exhibe resultados malos: menos de la mitad de los niños alcanzan el sexto grado de primaria. En éste figuran Bolivia, Guatemala, El Salvador, República Dominicana, Nicaragua y Haití (Larrañaga, 1997).

Como se puede observar, las diferencias entre grupos son muy marcadas; por ejemplo, la característica más notable del sistema educacional brasileño actual es su rápida expansión en todos sus niveles (Valle Silva, 2004) sin embargo solamente a partir de 1990 es cuando, realmente, tiene lugar la gran revolución en la educación básica.

A mediados de 1980, el 86% de la población escolar de 7 a 12 años, estaban ya en la escuela; en la segunda mitad de la década, 97% de estudiantes dentro del rango de edad, estaban frecuentando la escuela básica (Vásquez, Mennechey, & Nascimento, 2010).

En Bolivia, un país del tercer grupo de desarrollo educativo, la apuesta ha sido la atención escolar a niños y niñas indígenas, constituyendo una de las innovaciones más importantes que ha propuesto la Reforma Educativa boliviana.

La modalidad bilingüe estableció un diseño curricular adecuado a las características lingüísticas de la población, incorporó la participación de las comunidades indígenas en las políticas educativas e introdujo incentivos a docentes que imparten la educación en idiomas nativos (Jiménez, 2004).

La Alfabetización en Cuba fue la primera revolución educacional, porque abrió las puertas a todos los planes de desarrollo educacional y cultural que vinieron después. Aquella experiencia ha sido enriquecida con el empleo de los medios masivos de comunicación. En la actualidad, Cuba desarrolla proyectos de alfabetización por radio en Haití, Nicaragua, Nueva Zelanda, Guinea Bissau, Quintana Roo y Michoacán en México, así como labor de asesoramiento en Mozambique, Guatemala, Venezuela y Belice (Gómez Gutiérrez, 2003).

Según el informe de la comisión nacional para la modernización de la educación chilena, la globalización de la economía exige a los países elevar su competitividad, y la educación ha pasado a considerarse uno de los factores claves para incrementar la productividad y para agregar valor a los productos de exportación.

b) Perspectivas Laborales y económicas en Latinoamérica.

De acuerdo al a Organización Internacional del Trabajo (OIT), Latinoamérica debe generar 40 millones de empleos para poder absorber la población económicamente activa hasta el 2020; Elizabeth Tinoco, representante de la OIT, plantea que la informalidad laboral representa un desafío prioritario para América Latina, ya que es un problema estructural y multidimensional que requiere estrategias integradas para abordarlo (Organización Internacional del Trabajo, 2013).

Para ello, el panorama parece alentador ya que la tasa de desempleo urbano de América Latina y el Caribe continuó en 2012 con la tendencia a la baja de los últimos años que la ha colocado a niveles mínimos históricos, y seguirá por la misma senda en 2013; aun así la OIT llama a intensificar los esfuerzos para mejorar la situación laboral de los jóvenes ya que es la población más expuesta al desempleo e informalidad laboral.

De igual forma advierte que la región debe estar preparada ante el estancamiento económico europeo y la falta de consolidación económica de Estados Unidos; para ello la Comisión Económica para América Latina y el Caribe apuesta por el fortalecimiento de las estructuras para el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas (PYMES).

Estas empresas se caracterizan por una gran heterogeneidad en su acceso a mercados, tecnologías y capital humano, así como su vinculación con otras empresas (Comisión Económica para América Latina y el Caribe., 2012).

Estas empresas constituyen un componente fundamental del entramado productivo en la región: representan alrededor de 99% del total de empresas y dan empleo a cerca de 67% del total de trabajadores.

Debido a ello es necesario consolidar alternativas educativas que permitan la inserción laboral rápida, sin tener que alcanzar un nivel universitario, y que ayude al fortalecimiento del capital humano de la pequeña y mediana empresa; en la actualidad muchos países latinoamericanos, algunos con mucho éxito, han apostado por la educación técnica como una solución para proporcionar a los jóvenes mejores oportunidades frente al mercado laboral.

c) El desarrollo de la educación técnica en Latinoamérica.

En Brasil, el ciudadano interesado en ingresar a la educación técnica, puede hacerlo en los 38 Institutos Federales de Educación, Ciencia y Tecnología presentes en todos los estados del país. Desde diciembre del 2008 tales instituciones están formadas por 31 Centros Federales de Educación Tecnológica (Cefet) y 75 Unidades de Descentralización de la Enseñanza (Uneds), con 39 agro-escuelas técnicas, siete escuelas técnicas y ocho escuelas vinculadas a universidades.

Los Institutos Federales de Educación, Ciencia y Tecnología ofrecen cursos técnicos de alta tecnología, licenciaturas, maestría y doctorado. Estos son considerados cursos de referencia y con respetado grado de aceptación en esa modalidad de educación; para ello los institutos califican y capacitan a los profesionales de diferentes sectores de la economía brasileña; además promueven la investigación científica y desarrollan nuevos productos y servicios para estimular el sector productivo.

En el 2012 el gobierno de Brasil lanzó el Programa Nacional de Acceso a la Enseñanza Técnica y Empleo (Gobierno de Brasil, 2012), en el que se espera sean invertidos 14.110 millones de dólares hasta el año 2014. Este programa apunta a incentivar al estudio y mejorar la capacitación de los jóvenes de las clases más populares, promover su inserción en el mercado laboral y servir para fortalecer los planes oficiales de distribución de renta.

Bolivia ha apostado también por la educación técnica y ha aumentado el número de institutos de formación técnica de 436 institutos a 649 en un período de dos años (Lizárraga Zamora, 2005); sin embargo, a nivel rural una de las principales dificultades que ha tenido este tipo de educación es que su enseñanza se limita a un nivel teórico mientras que, por razones de presupuesto, se deja a un lado la práctica.

Debido a esto en el sistema educativo cubano tiene como principio la integración del estudio al trabajo; actualmente la estructura de especialidades del Viceministerio de Educación Técnica y Profesional está integrado por ocho grandes ramas que incluyen: 17 especialidades del nivel obrero calificado y 55 del técnico medio, para un total de 72. En la modalidad de Oficios la calificación se define en el ámbito territorial, en función de la demanda del mundo laboral (Patiño Rodríguez, 1996).

En Chile los Centros de Formación Técnica (CFT) son establecimientos de enseñanza superior cuyo objetivo fundamental es formar técnicos idóneos con la capacidad y conocimientos necesarios para el ejercicio de las respectivas actividades (Corvalan & Sepúlveda, 2001). Estos centros buscan ofrecer una alternativa educativa para los jóvenes en Chile.

La educación técnica en Latinoamérica es una apuesta por parte de los diferentes gobiernos, sin embargo, a excepción del caso de Cuba, en la mayoría de países la educación técnica es únicamente una opción educativa en la que se invierte menor tiempo para aprender ciertas habilidades.

Debido a ello, la educación técnica debe de ser acompañada por un modelo de certificación de habilidades por una entidad competente y un sistema de educación por competencias, el cuál será abordado en el siguiente punto.

2.5) La educación y la realidad laboral en El Salvador.

El Salvador ha tenido avances a través de la implementación de políticas y programas que han contribuido significativamente a mejorar el acceso a la educación básica y ha llevado a cambios dirigidos a mejorar su calidad. Sin embargo, las reformas educativas implementadas en la última década están muy alejadas de ser suficientes para alcanzar las metas establecidas por el Ministerio de Educación hacia el año 2021 (Gubbins, y otros, 2005).

Según la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (United States Agency for International Development, 2012) en su informe "Educación básica en El Salvador: consolidando los fundamentos para igualdad de oportunidades de calidad"; el tiempo apremia, y sin un esfuerzo profundo y sostenido, la mayoría de salvadoreños no podrán competir en una economía global en el siglo XXI.

De los salvadoreños de 25 años de edad, solo el 60 por ciento ha completado la primaria (Gubbins, y otros, 2005) mientras que el número de años promedio de educación recibida por aquellos con 15 años de edad

ronda el promedio de 5.6 años (Dirección General de Estadísticas y Censos, 2012).

Esto se traduce en que el 56 por ciento de la población tiene cinco o menos años de estudio, es decir un equivalente a 3,216,714 personas, mientras que solamente el 7.1 por ciento supera los 12 años (Flores & Carrasco, 2000).

Como consecuencia de estas deficiencias en la calidad de la base educativa, solo un 40% de aquellos con 25 años de edad obtiene una educación secundaria o superior (Gubbins, y otros, 2005).

En el informe de coyuntura social presentado por la fundación salvadoreña para el desarrollo (FUSADES) expresa que es durante la educación secundaria que está en juego el futuro de los jóvenes y de la nación ya que el paso por este nivel marcará el grado de éxito que puedan aspirar en la vida, el trabajo y la sociedad.

Una de las ventajas de aplicar políticas de mejoramiento de la calidad educativa a nivel secundario y su grado de competencias es que este nivel cuenta con los conocimientos previos de la etapa primaria lo cuáles pueden ser resumidos en un desarrollo básico de habilidades de lectura, escritura y cálculo aritmético, además, fundamentos de ciencias naturales, ciencias sociales e historia. A partir de esta base se pueden generar sistemas educativos de competencias basados en las necesidades del mercado laboral formal en El Salvador.

Los jóvenes necesitan adquirir las competencias y destrezas que les permitan adaptarse a los rápidos cambios tecnológicos y responder adecuadamente a las nuevas formas de organización del trabajo y la sociedad. Por otro lado, dentro de una visión de país como tal, el crecimiento económico en las sociedades basadas en el conocimiento depende cada día más de los incrementos en la productividad a través de la innovación y la transferencia de tecnología.

Según el Ministerio de Educación, en la educación media, la mayor concentración de la matrícula se encuentra en el bachillerato técnico. De un total de 188,475 estudiantes un 56.11% recibe una educación técnica; de estos el 90% asiste a un instituto ubicado en la zona urbana. De estos porcentajes se puede inferir que al menos la mitad de estudiantes de educación media buscan una opción de educación técnica.

Sin embargo uno de los mayores problemas del país es que a partir de los doce años de edad, el porcentaje de adolescentes dentro del sistema escolar tiende a disminuir aceleradamente de tal manera que entre

aquellos con 17 años de edad, solo el 58.2% reportó que estaba estudiando en 2008.

La encuesta de hogares con propósitos múltiples realizada en el 2009 determinó que para los jóvenes de 16-18 años de edad las razones para no asistir a la escuela son: en un 27% no le interesaba, otro 27% considera que es muy caro, el 21% necesita trabajar y el 10% por causas del hogar; además de la población total de personas en este rango de edad el 40.53% se encuentra fuera del sistema escolar.

A partir de estos números se puede determinar, sobretodo enfocándose en el porcentaje que necesita trabajar, que la oferta educativa actual no asegura el acceso al mercado laboral en El Salvador por lo que surge la necesidad de una propuesta educativa, inmersa o alterna al sistema educativo formal, que permite proporcionar las competencias necesarias para ingresar al mercado laboral salvadoreño.

Ahora bien, es preciso determinar en qué momento están los adolescentes más propensos a considerar como una opción primaria el ingresar a este sistema alternativo de educación por competencias; según el mismo estudio realizado por la encuesta de hogares con propósitos múltiples determinó la distribución de la población de 13 a 23 años según la actividad a la que se dedican agrupado por rangos de edad.

Se puede observar que en el rango de 16 a 18 años un 19.4% solo trabaja, incrementando el porcentaje al 45.10% de los 19 a los 23 años, por lo que a partir de los 19 años es complicado poder ofrecer una solución de educación por competencias ya que, al estar ya dentro del mercado laboral, la posibilidad de trabajar y estudiar se dificulta además de no ser económicamente factible reincorporarse al sistema educativo.

Tabla 1.1 Distribución de la población por edades de acuerdo a su actividad.

Distribución de la población por actividad				
Actividad/Edad	13 - 15 años	16 - 18 años	19 - 23 años	Total
Solo trabajo	5.20%	19.40%	45.10%	25.00%
Solo estudia	74.10%	50.10%	17.70%	45.00%
Trabaja y estudia	11.10%	9.40%	6.10%	8.60%
Busca trabajo	0.90%	4.20%	8.00%	4.70%
Nada	8.70%	16.90%	23.10%	16.70%

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta de hogares con propósitos múltiples.

Tabla 1.2 Cantidad de población por edades de acuerdo a su actividad.

Distribución de la población por actividad				
Actividad/Edad	13 - 15 años	16 - 18 años	19 - 23 años	Total
Solo trabajo	23739	81570	255607	360916
Solo estudia	338278	210653	100315	649247
Trabaja y estudia	50673	39524	34572	124769
Busca trabajo	4109	17660	45340	67108
Nada	39717	71059	130920	241696

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta de hogares con propósitos múltiples.

Por otro lado en el grupo de 13 a 15 años el 74.10% se encuentra dentro de la oferta educativa actual por lo que el número de personas afectadas por la propuesta educativa alternativa no sería tan alta; basado en estos dos análisis el grupo de 16 a 18 años resulta el seleccionado como el objetivo de la nueva alternativa educativa.

Para este grupo de la población el reto, según FUSADES, para el sistema educativo es mejorar la cobertura y calidad de la educación, reducir la deserción escolar y finalmente mejorar la articulación de la educación con el mundo laboral. En este último punto señala además que se debe hacer énfasis no solo en el aprendizaje de conocimientos sino también de habilidades prácticas y sociales que reflejen lo que ocurre en el ámbito laboral.

La población económicamente activa joven, la cual está conformada por personas ocupadas y desocupadas, enfrenta una serie de desventajas laborales en relación con las personas adultas. Esto se refleja en que el 40 por ciento de ellos posee un subempleo invisible y trabaja el mismo tiempo que un adulto por menos dinero, además el 13% de la población entre los 15 a los 24 años se encuentra desempleada (Morán de Gómez, C. 2007:1) cifra que duplica el porcentaje de la población adulta.

El sector de la industria mostró una tendencia mayoritariamente al alza durante el lapso comprendido entre 1990 – 2004, experimentando su mayor tasa de crecimiento en el año de 1992 con un 9.8%, siendo su tasa de crecimiento promedio durante el primer quinquenio de 5.8%. Dada la tasa de crecimiento que experimentó este sector durante el período comprendido entre 1990 – 1995, se puede argumentar que fue uno de los

sectores con mayor dinamismo durante este lapso (Aguilar Pereira et all. 2006:55).

Sin embargo el Banco Central de Reserva, a través de su documento “El Mercado laboral salvadoreño: algunas consideraciones sobre la flexibilidad” (2001) indica los siguientes puntos a resaltar:

- La mayor demanda de trabajo por parte de la economía salvadoreña corresponde al tipo de trabajo poco calificado, ya que el porcentaje de ocupados totales aumenta hasta los 6 años de estudio aprobados y a partir de ese punto se reduce.
- La economía salvadoreña se caracteriza por un alto nivel de informalidad del mercado de trabajo y por un alto porcentaje de sub-empleo que revelan las condiciones sub-óptimas en las que se inserta la población al mercado laboral.
- La tasa de crecimiento de la PEA fue superior a la tasa de crecimiento poblacional, lo que ha determinado que la tasa de participación se incremente en cinco puntos porcentuales desde inicios de la década de los noventa.

Según el registro del observatorio del mercado laboral del instituto salvadoreño de formación profesional (INSAFORP), el 37 por ciento de los puestos ofrecidos a través de los avisos en prensa, requieren al menos que los candidatos tengan grado de bachiller, conozcan otro idioma y tengan conocimiento de computación.

Y es que según el Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2000) especifica que “la creciente interdependencia de los mercados y el cada vez mayor contenido intelectual de la producción, requieren de una fuerza laboral con conocimientos sólidos de matemática, lenguaje y comunicaciones, así como también, mayor flexibilidad y creatividad, además de una habilidad para trabajar en cooperación con los demás. En este nuevo ambiente, la educación secundaria tiene importancia crítica para el éxito de los países”.

El mercado exige – entre otros – experiencia laboral pero, primero, para muchos jóvenes que buscan trabajo por primera vez es sumamente difícil acumular esta experiencia y, segundo, el mercado no reconoce la experiencia generada en muchas de las ocupaciones accesibles para jóvenes de bajo nivel educativo, por lo que, para este grupo, es casi imposible generar una trayectoria laboral ascendente.

Gráfico 2.5 Salarios nominales promedio y mínimo por actividades económicas en comercio y servicios.



Fuente: CEPAL con datos de: DIGESTYC: EHPM 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009; FUNDE (2009).

Si bien la capacitación no puede corregir los defectos de una educación insuficiente, es clave para mejorar la empleabilidad de los jóvenes de nivel educativo medio y bajo. Específicamente esquemas de capacitación que combinan cierta formación teórica con primeras experiencias prácticas.

Gráfico 2.6 Salarios nominales promedio y mínimo por actividades económicas en Agricultura.



Fuente: CEPAL con datos de: DIGESTYC: EHPM 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009; FUNDE (2009).

Gráfico 2.7 Salarios nominales promedio y mínimo por actividades económicas en Manufactura.



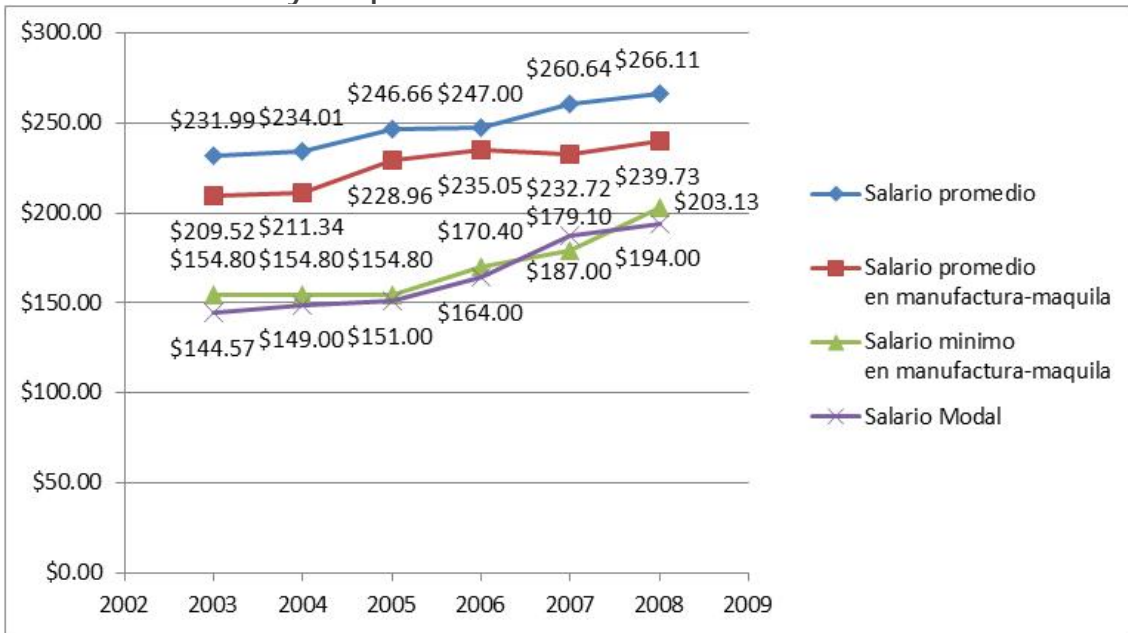
Fuente: CEPAL con datos de: DIGESTYC: EHPM 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009; FUNDE (2009).

Marco Penado, gerente general de Manpower para El Salvador, afirma que el recurso humano que necesitan las empresas no coincide con lo que las universidades están produciendo.

Dentro de los 10 trabajos más demandados se encuentra:

- Mano de obra calificada (carpinteros, soldadores, electricistas).
- Agentes de ventas.
- Técnicos (especialmente en tecnología).
- Ingenieros (de todas las áreas).
- Personal contable administrativo bilingüe.
- Gerentes
- Motoristas
- Mecánicos
- Personal de logística

Gráfico 2.8 Salarios nominales promedio y mínimo por actividades económicas en Manufactura y Maquila.



Fuente: CEPAL con datos de: DIGESTYC: EHPM 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009; FUNDE (2009).

Según la cámara salvadoreña de la industria de la construcción, el número de trabajadores promedio según el Instituto Salvadoreño del Seguro Social se ha incrementado en un 3.71 por ciento comparando el año 2010 y el 2011 por lo que muestra un mercado potencial que se encuentra en crecimiento.

Tabla 1.3 Principales Indicadores de la construcción.

Principales Indicadores de la Industria de la Construcción en El Salvador				
Indicador	Unidad	Enero - Septiembre		% Variación
		2012	2013	
Consumo aparente de cemento.	Miles de Bolsas de 42 1/2 Kg.	2174.8	2029.2	-6.69%
Monto de créditos otorgados para adquisición de viviendas.	Millones de Dólares	52.86	53.02	0.30%
Monto de créditos otorgados para construcción de viviendas.	Millones de Dólares	6.69	3.18	-52.51%
N° Trabajadores promedio mensual según el Instituto Salvadoreño del Seguro Social	Trabajadores	23840	22917	371.00%

Fuente: Cámara Salvadoreña de la Construcción; elaboración propia.

Tomando en cuenta toda esta información se decidirá escoger el oficio de carpintería para formar parte del programa piloto de educación alternativa debido a que las herramientas utilizadas no son de un alto costo además se considera que es factible el aprendizaje del oficio mediante un sistema de simulación en aula.

A partir de estas afirmaciones se deduce la contradicción entre el crecimiento de un sector, con necesidades altas de personal calificado, y el porcentaje ocupado por la población sin un nivel suficiente para la competencia laboral que el mercado exige, con lo cual surge la pregunta ¿Es posible generar una educación alternativa que permita otorgar una posibilidad de competencia, dentro de un mercado laboral especializado, a una base humana localizada dentro de la oferta informal?

2.6) Modelo de Competencias Laborales.

El mundo del trabajo ha cambiado significativamente en los últimos diez años y mientras que en Latinoamérica se ha agudizado la ausencia de desarrollo científico en gestión de recursos humanos especializados, en regiones desarrolladas se ha generado un nuevo paradigma conocido como Competencias Laborales para la Excelencia Profesional (Saravia Gallardo, 2008).

Un sistema de formación profesional es un arreglo organizativo en el que diferentes actores concurren con ofertas de formación coordinadas en cuanto a su pertinencia, contenido, nivel y calidad; de modo que, en conjunto, logren un efecto mayor en la elevación de la empleabilidad de los trabajadores al que se lograría actuando separadamente.

El tener presente el perfil profesional en la formación universitaria, desplaza inevitablemente el contenido como punto de referencia por el aprendizaje o formación deseada lo que tiene repercusiones importantes, puesto que el principal criterio para diseñar los planes según este enfoque, es el conjunto de competencias que se pretende adquirir, a partir de las cuales se decidirá la metodología de aprendizaje más adecuada para adquirirlas y la selección de los contenidos necesarios (Monreal Gimeno, 2006).

Una competencia es el conjunto de destrezas, habilidades, conocimientos y características conductuales que, correctamente, combinados frente a una situación de trabajo, predicen un desempeño superior; es aquello que distingue el rendimiento excepcional de lo normal y que se observa directamente a través de las conductas de cada empleado en la ejecución diaria de su cargo (de Mulder, y otros, 1996).

La educación basada en competencias se centra en la necesidad, estilos de aprendizaje y potencialidades individuales para que el alumno llegue a manejar con maestría las destrezas y habilidades señaladas desde el campo laboral (López Ortega & Farfán Flores, 2010). Es decir, una competencia en la educación, es un conjunto de comportamientos sociales, afectivos y habilidades cognitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente una profesión cualquiera.

El término competencia procede del mundo del trabajo y del campo de la lingüística por lo que su aplicación en la formación del técnico medio ha rendido buenos dividendos (Díaz Barriga, 2006); por lo que la combinación de la inversión en educación técnica y haciendo uso de un modelo por competencias es una buena opción para mejorar la calidad del recurso humano técnico, sin embargo es necesario contar con una institución que certifique dicho aprendizaje.

En síntesis, el estudiante debe ser competente para la realización de las actividades que le demanda el proceso productivo, a eso tiende a reducirse su formación académica.

En México el concepto de competencias laborales se empezó a emplear a mediados de los 90, impulsado por el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (Subdirección de Asuntos Nacionales, 2012).

De acuerdo a la Secretaría de Educación Pública (SEP) el Sistema Nacional de Competencias, promovido por el CONOCER, es un Instrumento del Gobierno Federal que contribuye a la competitividad económica, al desarrollo educativo y al progreso social de México, con base en el fortalecimiento de las competencias de las personas; en su página web es posible verificar un listado de estándares de competencia que pueden ser certificados por esta institución.

La piedra angular dentro de este sistema son los comités de gestión por competencias, los cuáles están conformados por expertos técnicos en diferentes áreas, y están encargados de la elaboración de los estándares de competencia; estos se inscriben en el Registro Nacional y están a disposición de las organizaciones encargadas de evaluar.

Estos lineamientos también contribuyen a la conformación de los programas de estudios de carreras técnicas para que de esta forma los estudiantes estén preparados para poder certificarse.

Para la profesión de carpintería aplicada a la construcción los criterios de evaluación son que la persona se muestre competente desempeñando las siguientes tareas (CONOCER, 2012):

Realiza el trazo cuidando que, al limpiar la superficie de desplante que esta quede sin restos de tierra o concreto; corroborar que la superficie de desplante tenga colocado el acero de refuerzo y los helados de mortero para la posterior colocación de la malla de refuerzo y con todos los elementos necesarios para la futura colocación de las instalaciones de todas las demás especialidades.

Deberá asegurar que las dimensiones especificadas en el plano de modulación correspondan con los elementos a cimbrar, tomando como referencia los puntos topográficos/ejes del plano de modulación; marcar los puntos de referencia en la superficie de desplante tomando como referencia los puntos topográficos/ejes con un yeso o lápiz.

Los trazos en la superficie de desplante deberán realizarse usando un teodolito para asegurar las escuadras sobre las cuales se desplantará el elemento a cimbrar y que todos los elementos tengan las medidas, ángulos y alineación correspondientes en plano.

Los cortes en la tabla de madera deberán estar realizados de forma continua evitando irregularidades en la superficie de corte; asegurar las conexiones entre los elementos de madera asegurándose que tenga los suficientes elementos de confinamiento laterales, que los clavos sean espaciados a una distancia idónea y del calibre necesario de acuerdo al grosor de la tabla.

Finalmente el producto final deberá contar con las siguientes características:

- Corresponde a las dimensiones/medidas estipuladas en los ejes del plano de modulación,
- muestra líneas visibles en los trazos, y,
- tiene trazos por ambos lados en los ejes intermedios.

También deberá ser evaluada la manera en que porta el equipo de seguridad personal con casco protector, botas de casquillo metálico con suela anti-derrapante durante la realización de los trabajos.

CAPÍTULO 3 |

Método de Investigación

El programa de maestría en arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el campo de tecnología, indica como una de sus líneas de investigación la aplicación de la realidad virtual en arquitectura.

Durante la investigación se comprobó que existen muy pocos estudios acerca del uso de aplicaciones de realidad virtual en la arquitectura y la construcción; a pesar de los esfuerzos realizados desde el campo de la investigación (Juárez Sánchez, 2007), (Whyte, 2013), (Kähkönen, 2013), entre otros.

Aunque la mayoría de investigaciones se han centrado en la mejora de programas para el diseño arquitectónico, diseño asistido por computadora, programación de obra teniendo como fin último demostrar mejoras tecnológicas en los productos existentes en el mercado.

Pero existen pocas investigaciones centradas en el desarrollo de aplicaciones de esta tecnología con el fin de adquirir competencias específicas para el desarrollo de uno o más oficios.

El uso de estas aplicaciones ha demostrado la mejora significativa en el proceso de aprendizaje en estudiantes de arquitectura en áreas como diseño estructural y procesos constructivos por lo que el objetivo de esta investigación fue la propuesta de aplicación de espacios virtuales de aprendizaje de oficios relacionados con la construcción para la República de El Salvador.

3.1) Método

En el punto 1.3 la realidad virtual se definió como la simulación de ambientes reales o imaginarios con el objetivo de provocar una sensación de presencia dentro de ellos en la búsqueda de obviar aspectos ambiguos o todavía no bien establecidos de otras definiciones.

Basado en la investigación acerca de las aplicaciones industriales de la realidad virtual en la arquitectura y la construcción (Whyte, 2013) se concluyó que se iba a desarrollar un enfoque de estudio de casos múltiples para poder determinar el uso actual de tecnologías de realidad virtual y/o aumentada.

A partir del estudio de mercado de servicios de animación digital en El Salvador (Oficina comercial de Chile en El Salvador, 2013) en su punto IV donde desarrolla el estado del mercado de animación en El Salvador, las oficinas de diseño arquitectónico principales y las universidades con

programas de investigación se contactó a 20 empresas e instituciones (Tabla 3.X) con el fin de determinar cuatro puntos principales:

- El conocimiento de tecnologías de realidad virtual y aumentada.
- La aplicación de dichas tecnologías en las diferentes empresas y/o instituciones.
- El nivel de factibilidad de la propuesta de esta investigación.

Tabla 3.1 Tipología de empresas consultadas.

TIPOLOGIA DE EMPRESAS CONSULTADAS.				
	Empresa y/o Institución	Giro de la empresa	Cargo del entrevistado.	Ubicación.
1	Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"	Educación Superior	Docente	El Salvador
2	Lemus Ingenieros	Diseño Estructural	Gerente General	El Salvador
3	Publicidad Comercial	Marketing y Comunicación	Digital Media Planner	El Salvador
4	Prisma Ingenieros	Diseño y Construcción	Gerencia de Planificación y	El Salvador
5	ABRUZZO S.A. de C.V.	Diseño y Construcción	Gerente de Proyectos	El Salvador
6	URBA recta Arquitectos	Diseño y Construcción	Gerente	El Salvador
7	Mayora Re Arquitectos	Diseño y Construcción	Coordinador de proyectos	El Salvador
8	REPRA S.A. DE C.V.	Diseño Ambiental	Representante legal suplente	El Salvador
9	D&D Construcciones S.A. de C.V.	Diseño y Construcción	Arquitecto	El Salvador
10	IGNITION-Space Development	Diseño y Construcción	Director	El Salvador
11	Brandchitects	Diseño y Construcción	Gerente Arquitectura	El Salvador
12	Cre-Arquitectos, S.A DE C.V	Diseño y Construcción	Colaborador de diseños	El Salvador
13	Amaya Arquitectos	Diseño y Construcción	Director Creativo	El Salvador
14	Carpe Arquitectos S.A de C.V.	Diseño y Construcción	Director de Proyectos	El Salvador
15	DiseñArt	Diseño y Construcción	Gerente General	El Salvador
16	Universidad Jose Matias Delgado	Educación Superior	Docente	El Salvador
17	Promercan	Diseño y Construcción	Director de proyectos	El Salvador
18	CIVITAS, s.a. de c.v.	Diseño	Director de Proyectos	El Salvador
19	Inversiones Energeticas S.A. de C.V.	Diseño y Construcción	Supervisor de proyectos	El Salvador
20	Ministerio de Turismo	Diseño y Construcción	Técnico	El Salvador

Los datos fueron obtenidos mediante una encuesta realizada por internet debido a la facilidad de obtener una respuesta dentro de los tiempos establecidos por la investigación; en los casos que fue posible se tuvo una conversación con los entrevistados para informarles acerca de la importancia de su opinión como expertos.

Las empresas y/o instituciones que fueron contactadas están en su mayoría dentro del campo del diseño y la construcción debido a la importancia de su opinión como una de las principales fuentes de empleo a futuro para los sujetos meta de la investigación.

Las empresas y/o instituciones cuentan con reconocimiento a nivel nacional y en algunos casos a nivel internacional, además de estar dentro de un rango de pequeña a mediana empresa.

A pesar que se optó por contar con una selección limitada de casos de estudio, cada una de ellas cuenta con un peso de importancia dentro del diseño y la construcción en El Salvador; sin embargo los datos obtenidos deberán ser vistos como preliminares.

3.2) Grado de conocimiento de la tecnología.

Los resultados obtenidos acerca del grado de conocimiento de la tecnología se resume en la tabla 3.2; la definición propuesta en esta investigación tuvo mucha aceptación entre los encuestados siendo escogida por el 50 por ciento, sin embargo la mayoría no cuenta con experiencia en el uso de sistemas de realidad virtual o la confunden con programas de representación de espacios arquitectónicos.

Tabla 3.2 Conocimiento de la tecnología.

GRADO DE CONOCIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA				
Empresa y/o Institución	Uso de realidad virtual	Uso de realidad aumentada	Uso a futuro de realidad virtual	Uso a futuro de realidad aumentada
1 Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"	SI	NO	1 año	1 año
2 Lemus Ingenieros	NO	NO	5 a 10 años	5 a 10 años
3 Publicidad Comercial	NO	NO	5 a 10 años	5 a 10 años
4 Prisma Ingenieros	SI	NO	5 a 10 años	2 a 5 años
5 ABRUZZO S.A. de C.V.	NO	NO	5 a 10 años	5 a 10 años
6 c URBA recta Arquitectos	SI	NO	5 a 10 años	1 año
7 Mayora Re Arquitectos	NO	NO	1 año	2 a 5 años
8 REPRA S.A. DE C.V.	NO	SI	2 a 5 años	2 a 5 años
9 D&D Construcciones S.A. de C.V.	NO	NO	2 a 5 años	2 a 5 años
10 IGNITION-Space Development	SI	SI	1 año	1 año
11 Brandchitects	SI	NO	2 a 5 años	2 a 5 años
12 Cre-Arquitectos, S.A DE C.V	NO	NO	2 a 5 años	2 a 5 años
13 Amaya Arquitectos	NO	NO	2 a 5 años	2 a 5 años
14 Carpe Arquitectos S.A de C.V.	NO	NO	2 a 5 años	2 a 5 años
15 DiseñArt	NO	NO	1 año	1 año
16 Universidad Jose Matias Delgado	SI	NO	2 a 5 años	5 a 10 años
17 Promercan	NO	NO	Nunca	Nunca
18 CIVITAS, s.a. de c.v.	NO	NO	Nunca	Nunca
19 Inversiones Energeficas S.A. de C.V.	NO	NO	Nunca	Nunca
20 Ministerio de Turimo	NO	NO	2 a 5 años	5 a 10 años

Con respecto a la realidad aumentada existe mayor variedad en las definiciones de cada encuestado y solo dos personas han tenido algún tipo de experiencia. Sin embargo contrasta el hecho que los tiempos de uso a futuro poseen un menor rango para la realidad aumentada.

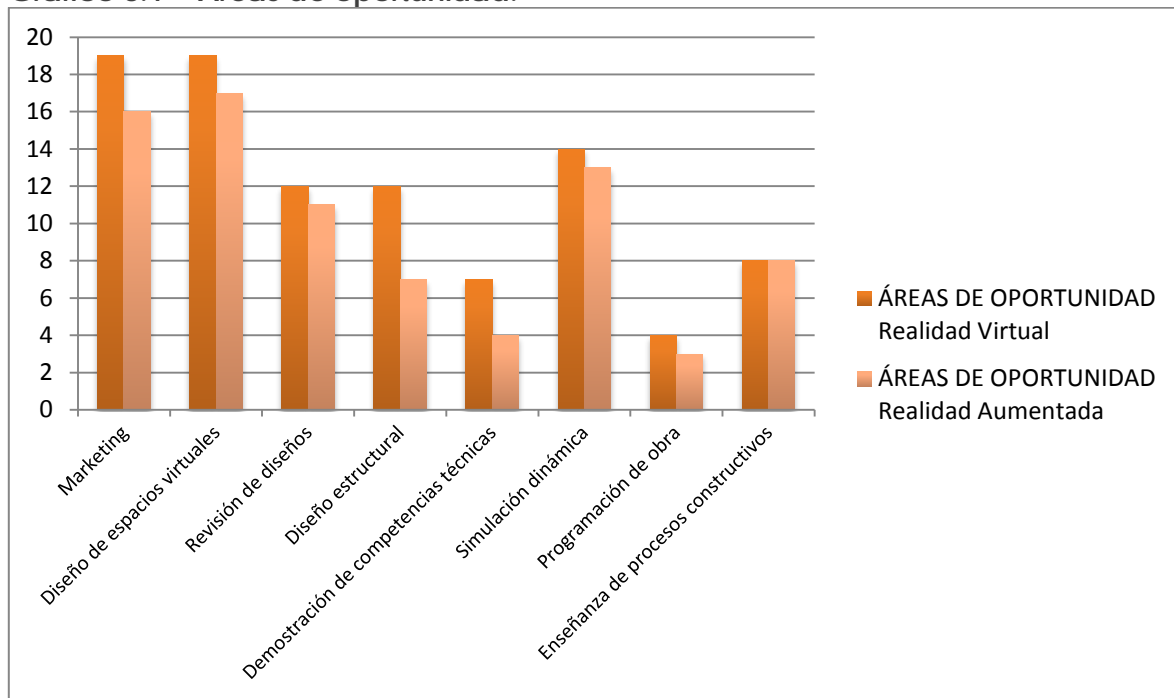
La mayoría de encuestados opina que en un período como mínimo de 2 años y como máximo de 10 años, su empresa estará utilizando un sistema de realidad virtual, mientras que el margen de tiempo para el uso de realidad aumentada se acorta ligeramente. Es importante mencionar que un 15 por ciento opina que nunca se utilizará ninguno de los dos sistemas en su empresa.

3.3) Aplicación de la tecnología.

Con respecto al grado de oportunidad del uso de estas tecnologías en la arquitectura, un 65 por ciento opino que era muy pertinente su aplicación en la arquitectura; el 35 por ciento restante lo clasificó como pertinente.

El resumen de las áreas de oportunidad puede ser visto en el gráfico 3.1 en el cual podemos ver como la mayoría de encuestado opina que ambas tecnologías tienen una gran pertinencia en marketing y diseño de espacios virtuales.

Gráfico 3.1 Áreas de oportunidad.



Una opinión más escéptica acerca del uso de estas tecnologías se refleja en el área de demostración de competencias técnicas y enseñanza de procesos constructivos, áreas de especial interés para esta investigación, sin embargo, como se podrá observar en el punto 3.4, una vez conocida la propuesta de aplicación del sistema expuesto en el capítulo 4, las perspectivas tienden a cambiar.

También se propone como un área no incluida dentro de las opciones de la encuesta el uso de estas tecnologías para la docencia dentro de la carrera de arquitectura.

3.4) Factibilidad de la propuesta.

En esta sección se buscó explorar la visión de los encuestados frente a la propuesta de investigación por lo que se les explico, cuando fue posible, la propuesta de aplicación descrita en esta investigación.

A partir de ello como se puede observar en la tabla 3.3 las empresas y/o instituciones encuestadas clasificaron en una escala que iba de muy pertinente (valor asignado 4) a no pertinente (valor asignado 0).

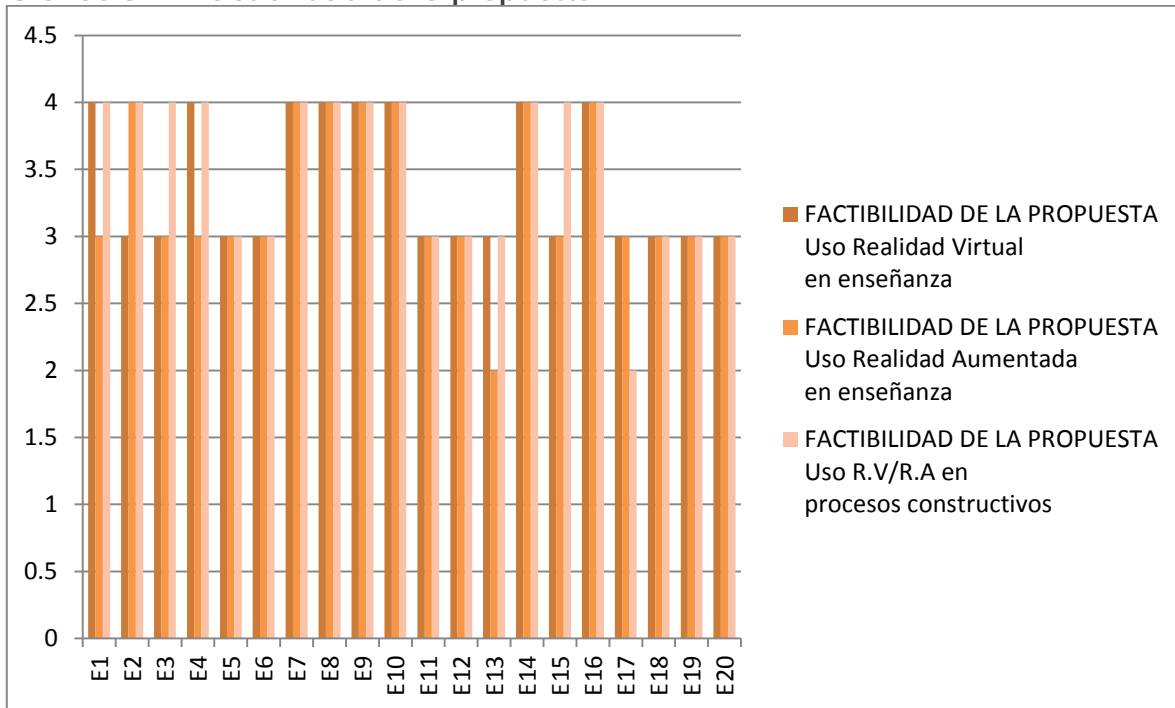
Tabla 3.3 Factibilidad de la propuesta.

FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA				
	Empresa y/o Intitución	Uso Realidad Virtual en enseñanza	Uso Realidad Aumentada en enseñanza	Uso R.V/R.A en procesos constructivos
1	Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"	Muy pertinente	Pertinente	Muy pertinente
2	Lemus Ingenieros	Pertinente	Muy pertinente	Muy pertinente
3	Publicidad Comercial	Pertinente	Pertinente	Muy pertinente
4	Prisma Ingenieros	Muy pertinente	Pertinente	Muy pertinente
5	ABRUZZO S.A. de C.V.	Pertinente	Pertinente	Pertinente
6	c URBA recta Arquitectos	Pertinente	Pertinente	Pertinente
7	Mayora Re Arquitectos	Muy pertinente	Muy pertinente	Muy pertinente
8	REPRI S.A. DE C.V.	Muy pertinente	Muy pertinente	Muy pertinente
9	D&D Construcciones S.A. de C.V.	Muy pertinente	Muy pertinente	Muy pertinente
10	IGNITION-Space Development	Muy pertinente	Muy pertinente	Muy pertinente
11	Brandchitects	Pertinente	Pertinente	Pertinente
12	Cre-Arquitectos, S.A DE C.V	Pertinente	Pertinente	Pertinente
13	Amaya Arquitectos	Pertinente	Poco pertinente	Pertinente
14	Carpe Arquitectos S.A de C.V.	Muy pertinente	Muy pertinente	Muy pertinente
15	DiseñArt	Pertinente	Pertinente	Muy pertinente
16	Universidad Jose Matias Delgado	Muy pertinente	Muy pertinente	Muy pertinente
17	Promercan	Pertinente	Pertinente	Poco pertinente
18	CIVITAS, s.a. de c.v.	Pertinente	Pertinente	Pertinente
19	Inversiones Energeticas S.A. de C.V.	Pertinente	Pertinente	Pertinente
20	Ministerio de Turimo	Pertinente	Pertinente	Pertinente

Como se puede observar en el gráfico 3.2 y la tabla 3.3, a pesar de la desconfianza mostrada en la sección anterior frente a la oportunidad de estas tecnologías en las categorías de enseñanza de procesos constructivos y demostración de competencias técnicas, una vez que fueron expuestos a la propuesta de investigación esta opinión cambio.

En el gráfico 3.2 podemos observar de manera comparativa la opinión de los encuestados frente a tres temas principales, el uso de realidad virtual en la enseñanza, el uso de realidad aumentada, y el uso de ambas tecnologías en la enseñanza de procesos constructivos.

Gráfico 3.2 Factibilidad de la propuesta.



Finalmente era de suma importancia medir cual era la opinión de los encuestados las limitaciones para el desarrollo de la propuesta. Más del 50 por ciento de los encuestados opinó que la mayor limitación eran los altos costos de implementación, sin embargo como se pudo abordar en el punto 4.5 los costos han disminuido a tal grado de ser equivalentes a los costos actuales de rehabilitación de espacios educativos por parte del MINED.

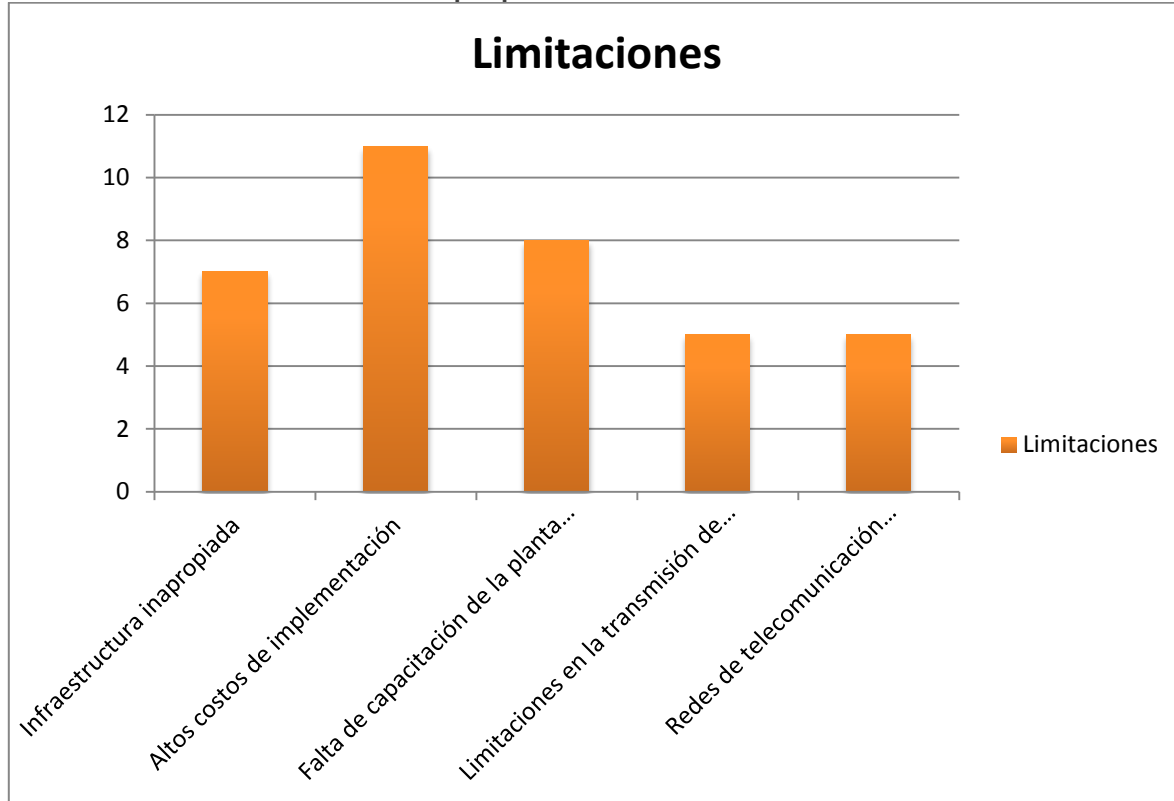
La segunda limitante en o pinión de los encuestados es la falta de capacitación de la planta docente; este punto es de suma importancia y no es abordado dentro de esta investigación.

La preparación de la planta docente frente a las nuevas tecnologías es de suma importancia, sin embargo no hay que olvidar que la tecnología como tal es solo una herramienta por lo que no se debe de dejar a un lado la experiencia dentro de las ramas de construcción, diseño, etcétera.

La tercera limitante es la infraestructura inapropiada, tema que se aborda en el punto 4.1; sin embargo es importante mencionar que las condiciones no son aptas en este momento para una instrucción tradicional por lo que basados en las investigaciones donde se ha demostrado la mejora del rendimiento de los estudiante al usar tecnologías como las aquí propuestas

se considera como una mejor inversión a futuro para preparar los salones de clases frente a este nuevo sistema de enseñanza.

Gráfico 3.3 Factibilidad de la propuesta.



Como se mencionó en el punto 1.3, en la actualidad el campo de la realidad virtual y la realidad aumentada tiene mucho camino por recorrer; uno de sus mayores retos es lograr estandarizar las definiciones de estas tecnologías para lograr una mejor estructuración en su estudio por parte de los profesionales interesados.

Estos problemas se ven reflejados en cierta confusión percibida en los encuestados acerca de que es exactamente cada una de las tecnologías y por lo tanto sus posibilidades en la enseñanza de oficios en El Salvador.

CAPÍTULO 4 | Propuesta de Aplicación

Los lineamientos de la aplicación de Realidad Virtual consiste en plantear las características necesarias tanto físico-espaciales como la plataforma tecnológica necesaria para su aplicación en un aula tipo de El Salvador.

Para ello fue necesario analizar las características espaciales y el programa arquitectónico de un salón de clases tipo, cuyos planos y especificaciones técnicas son proporcionados por el Ministerio de Educación de El Salvador (MINED); este tema será abordado en el apartado 4.1.

4.1) La arquitectura escolar en El Salvador.

El Ministerio de educación de El Salvador (MINED) es el encargado de gestionar el desarrollo de la infraestructura escolar pública en el país; para ello, la institución estatal, en este caso el MINED, debe sujetarse a la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública.

Dicha Ley “tiene por objeto establecer las normas básicas que regularán las acciones relativas a la planificación, adjudicación, contratación, seguimiento y liquidación de las adquisiciones de obras, bienes y servicios de cualquier naturaleza, que la Administración Pública deba celebrar para la consecución de sus fines” (Gobierno de El Salvador, 2013).

Debido a esta Ley los proyectos de construcción y remodelación de escuelas en El Salvador están sujetos a un proceso de licitación pública; en donde el Ministerio de Educación proporciona los planos y especificaciones técnicas para la construcción del proyecto. Las especificaciones del proyecto están basadas en módulos de un aula, dos aulas, cuatro aulas, ocho aulas, cocina, administración, aula de cómputo, entre otras.

Estos módulos tienen medidas aproximadas de 7.20x7.20 metros (52m²) y su ubicación es modificada por el constructor dependiendo de las características propias del terreno, sin poder cambiar las especificaciones para cada módulo proporcionadas por el Ministerio de Educación.

Esto conlleva a una arquitectura escolar pública rígida que no toma en consideración ninguna de las características propias del sitio ni se asegura de que los estudiantes reciban espacios de calidad que ayuden a mejorar su rendimiento escolar.

Para ejemplificar esta situación de mejor manera se analizará un edificio de 3 aulas tipo (figura 4.1) bajo el concepto de habitabilidad de los espacios educativos (Hernandez Vazquez, 2010) el cuál fusiona la noción

de habitabilidad de los espacios arquitectónicos y la calidad del ambiente físico educativo desarrollado por la (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos, 1961) y en el que sugiere evaluar las siguientes dimensiones:

a) Disponibilidad de instalaciones y equipamiento de la escuela.

Esta dimensión se refiere a la existencia y suficiencia (concreta o percibida por los agentes escolares) de las instalaciones, los servicios, el mobiliario, los materiales y el equipo educativos como condición necesaria para que tengan lugar los procesos escolares.

El MINED clasifica la infraestructura en obra civil y mobiliario; basado en una licitación pública para la remodelación de una escuela la obra civil incluye partidas como la limpieza y reparación de paredes, reparación de techos, ventanas, puertas, obra eléctrica; mientras que el mobiliario se resume en sillas, pizarras, y muebles para guardar material.

En algunos casos se ha comenzado con la implementación de aulas de informática las cuáles cuentan con 15 a 20 computadoras para aproximadamente 940 estudiantes; en algunos casos se cuentan con laptops, impresores, proyectores e internet (Polio, 2008).

Sin embargo los últimos fenómenos naturales de importancia ocurridos en El Salvador deterioraron un 14% de los centros educativos en el país, cifra que se suma a los ya 2400 escuelas de un total de 5163 que necesitaban algún tipo de mejora en su infraestructura (Joma, 2010).

Además la inversión se centra en la construcción o rehabilitación de salones de clase omitiendo infraestructura complementaria como baños, biblioteca, laboratorios, auditorios, gimnasio, entre otros; debido a esto se considera que si bien el Gobierno de El Salvador a través del MINED ha realizado un importante esfuerzo para mejorar la infraestructura escolar, esta dista mucho de tener la calidad necesaria para proveer ambientes de aprendizaje con condiciones suficientes para los estudiantes y mucho menos para la enseñanza de oficios.

Por otro lado, como se analizó en el apartado 2.5, los programas de educación técnica en El Salvador van orientados a una profesionalización de los estudiantes y no a un sistema de aprendizaje basado en competencias, por lo que su infraestructura no cumple con los requisitos necesarios para la propuesta del trabajo de investigación.

b) Condiciones físicas de instalaciones y equipamiento.

Cuando las instalaciones tienen buen mantenimiento, se encuentran limpias y están diseñadas con criterios que permiten la incorporación de nuevas tecnologías educativas, es posible alcanzar altos logros escolares independientemente de la posición socioeconómica de los estudiantes (Hernandez Vazquez, 2010).

Esta propuesta realizada por Hernández Vázquez se ve sustentada en lo expuesto por el organismo Building Educational Success Together (BEST) y su publicación Growth and Disparity. A Decade of US Public School Construction (Building Educational Success Together, 2006) en la que confirma a través de diferentes investigaciones que la calidad en la infraestructura y equipamiento de las escuelas impactan directamente en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Gráfico 5.1 Centro Escolar Planes de Mariona – El Salvador.



Fuente: El Diario de Hoy - <http://www.elsalvador.com>

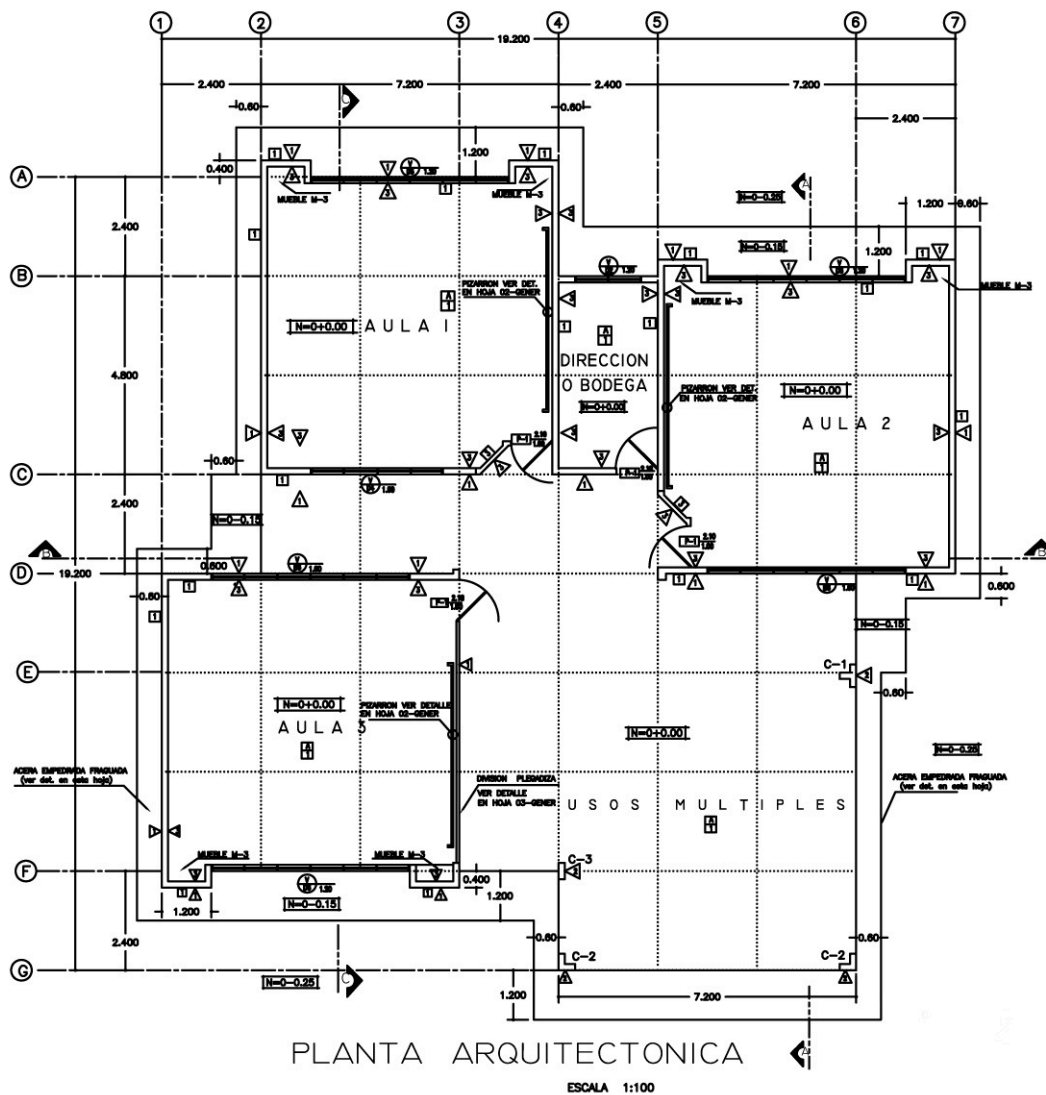
El mantenimiento mayor en las escuelas en El Salvador también es sometido a un proceso de licitación por lo que el estado de la

infraestructura no depende del MINED ni es atendida de manera inmediata; debido a ello el estado de la infraestructura no es el ideal.

c) Confort Físico en el aula.

El aula es el espacio de una escuela en donde mayor tiempo pasa tanto el profesor como los estudiantes, por lo que el que provea condiciones de comodidad al interior es de suma importancia. Para determinar el grado de confort físico en un aula tipo en El Salvador se tomará en cuenta 5 aspectos básicos y se analizarán en un edificio con 3 salones y un área de usos múltiples (Imagen 4.2).

Gráfico 5.2 Módulo de edificio de 3 salones y área de usos múltiples.



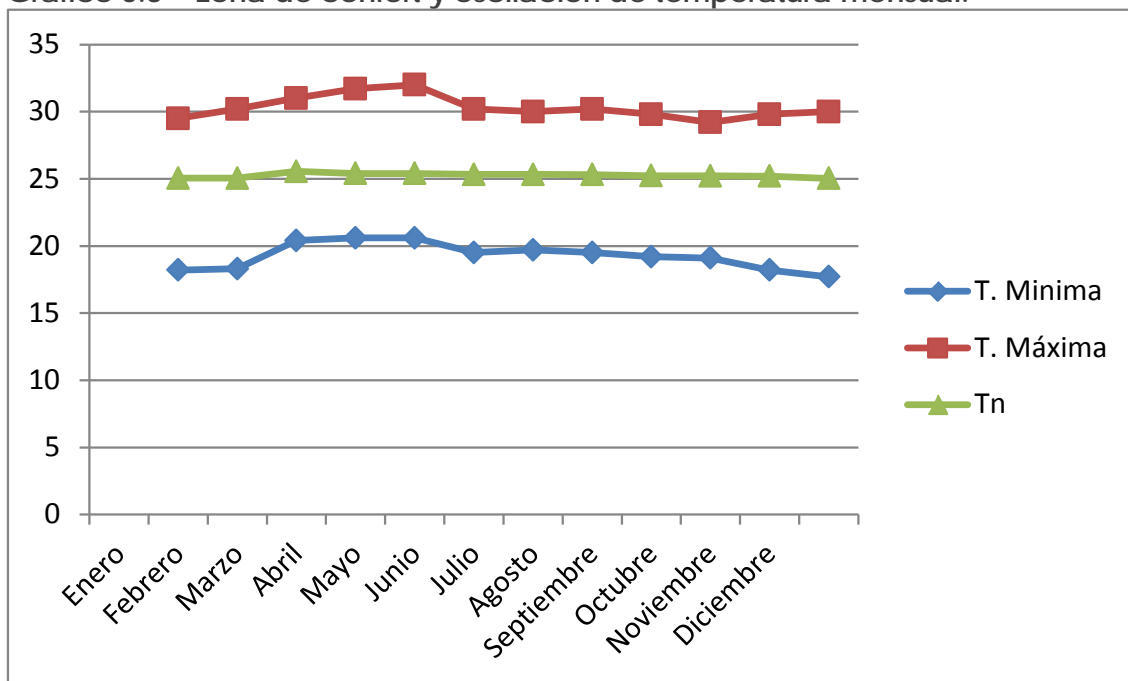
Fuente: Ministerio de Educación (Gobierno de El Salvador, 2013).

Confort Térmico.

Para obtener una sensación de confort térmico se debe de tener un balance entre las pérdidas de ganancia y de calor, resultando la diferencia 0; o también definido como equilibrio térmico (Morales Ramírez, 2012). Sin embargo también se ven involucrados aspectos psicológicos y geográficos.

Haciendo uso de la metodología de evaluación y delimitación de las condiciones de confort higro-térmico (Morillón Gálvez, 2004) y la fórmula para calcular el centro de la zona de confort (Szokolay, 1984) resultando en el gráfico 4.1.

Gráfico 5.3 Zona de confort y oscilación de temperatura mensual.

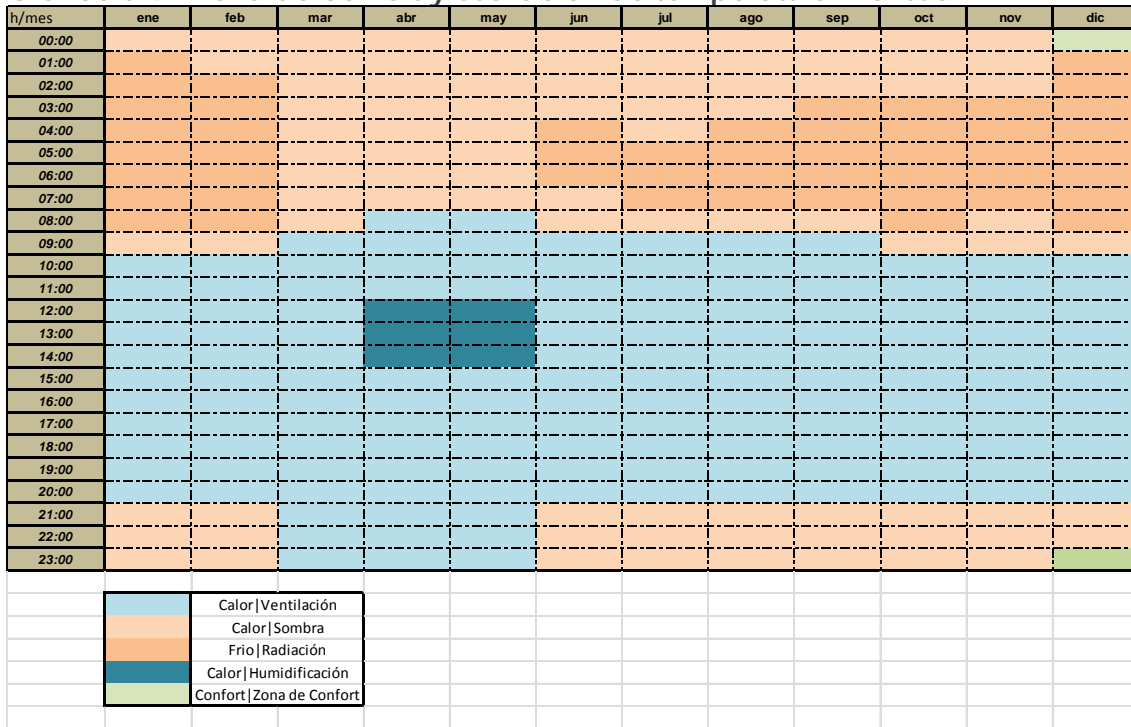


Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente mediante las tablas de temperatura y humedad medias mensuales para San Salvador se generaron los diagramas de (Givoni, 1976) y (Olgay, 1963) para cada mes del año, siendo los meses más críticos Mayo (T. máx. 32°) y Diciembre (T. mín. 17.7).

Finalmente haciendo uso de un diagrama de isorequerimientos (Morillón Gálvez, 2004) se pueden resumir las necesidades higrotérmicas a lo largo del año para San Salvador de la siguiente forma (Gráfico 4.2):

Gráfico 5.4 Zona de confort y oscilación de temperatura mensual.



Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama se puede observar como durante diciembre, enero y febrero es necesaria radiación para llevar a condiciones de confort las temperaturas de la 1 de la mañana a las 8; durante todo el año es necesaria una ventilación natural de las 10:00 am a las 8:00 am acentuándose durante los meses de Abril y Mayo.

De igual forma durante Abril y Mayo es necesario un proceso de humidificación de las 12:00 a las 2:00 pm y solamente de la medianoche a la 1 de la mañana se tienen condiciones de confort.

A partir de este análisis preliminar se observa que sin un cuidado en la orientación del edificio es imposible cumplir con las condiciones necesarias para garantizar un confort térmico por lo que la mayoría de escuelas de El Salvador cuya orientación no es la ideal no cumplen con este parámetro.

Ventilación.

Malas condiciones de ventilación afectan el desempeño de alumnos y profesores, porque la pobre calidad del aire en el aula enferma a quienes la habitan, por lo que no pueden rendir igual que personas sanas (Hernandez Vazquez, 2010).

Existen variables físicas como la temperatura, la humedad, el movimiento del aire, el nivel de actividad física, y la cantidad de ropa que se lleva puesta y su exposición prolongada a ellas que probablemente afecta el rendimiento de un individuo al producirle fatiga, aburrimiento e irritabilidad (Holahan, 2011).

En El Salvador todo centro de trabajo (incluidas las escuelas) se debe de disponer de ventilación suficiente durante las horas de uso, para evitar que se vicie la atmósfera debiendo cumplir las áreas de ventilación con 1/6 del área de piso a que sirven (Oficina de Planeación del Área Metropolitana de San Salvador, 1996).

En el caso que está siendo estudiado, el área de piso de un aula equivale a 54 m² y las ventanas suman un área de 14 m² superando los 9 m² exigidos por la normativa; sin embargo la normativa no contempla la orientación de dichas ventanas en orden de garantizar una ventilación adecuada del local.

Según la normativa de RITE sobre la calidad del aire interior (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2013) dicta que para edificios educativos la calidad del aire debe ser IDA2 lo que significa que debe ser de buena calidad, o en otras palabras en una escala de 1 a 4 siendo 1 el mayor, la calidad del aire para edificios educativos necesita la segunda mejor calidad de aire.

Al optimizar el control de la calidad del aire interior el mayor reto es obtener un equilibrio óptimo entre la calidad del aire interior, confort térmico, el uso de energía y el impacto ambiental durante los períodos de calentamiento y las demandas de enfriamiento (IEA Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, 2002).

Esto incluye la reducción interna y externa de cargas de calor mediante el uso de equipos de bajo consumo de energía, mediante la utilización de la luz del día, y mediante la protección solar eficaz.

En segundo lugar, se incluye la explotación de la masa térmica de los materiales, que absorben y almacenan el calor durante las horas de uso y se enfría durante las horas en que se encuentra el espacio desocupado mediante la ventilación nocturna.

Por último, se debe incluir la reducción de la necesidad de energía de medios mecánicos (si son utilizados) mediante el uso de ductos de baja presión y otros componentes, así como la optimización corrientes naturales derivadas del efecto chimenea y el viento.

En definitiva, la tipología de aulas propuestas por el MINED no toma en consideración todos los elementos que ayudan a garantizar una correcta ventilación en los espacios educativos, limitando esta características a la disposición metros cuadrados mínimos de ventanas sin importar si estas ayudan o empeoran las condiciones térmicas al interior.

Aislamiento Acústico.

La posibilidad de escuchar claramente en el aula es fundamental para que los estudiantes puedan aprender lo que el profesor busca transmitir (Hernandez Vazquez, 2010).

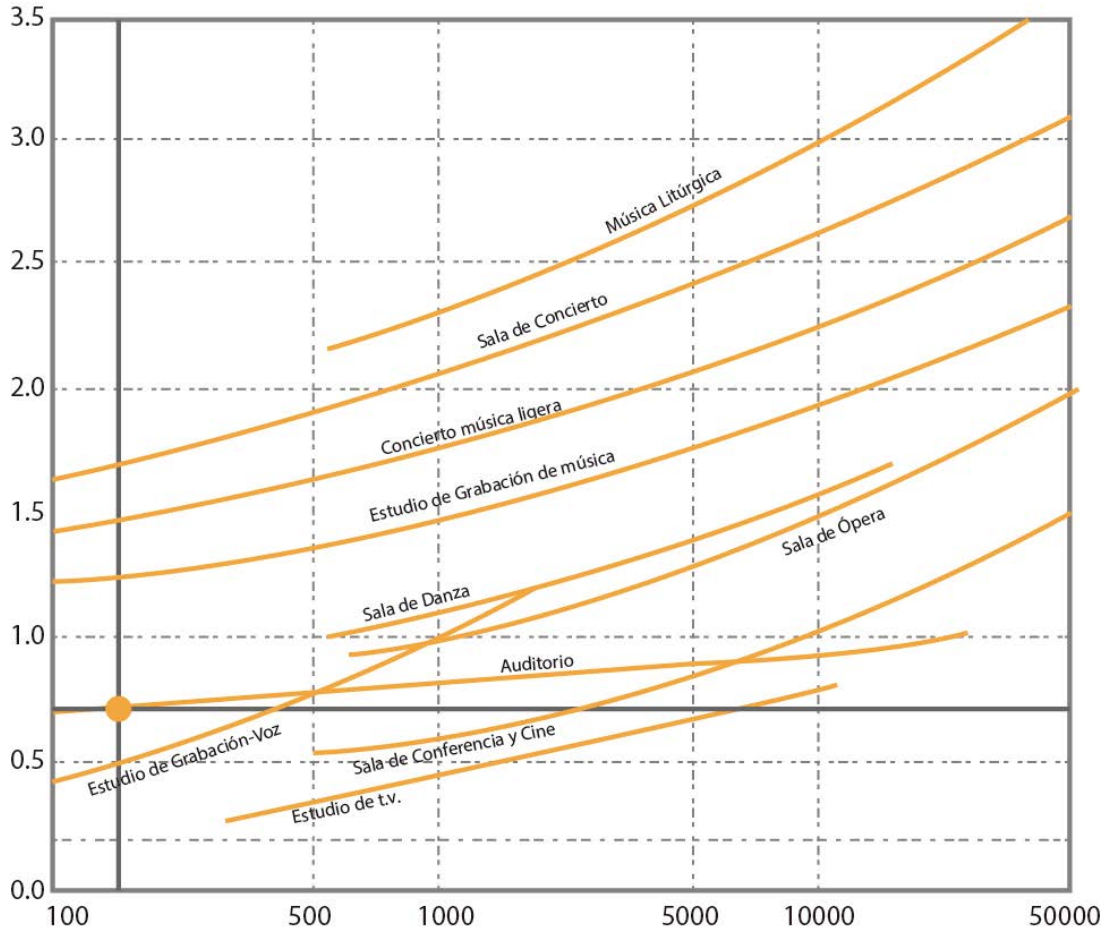
El ruido puede ser definido como el sonido que un individuo no quiere escuchar (Holahan, 2011); la evaluación objetiva del grado de molestia que un determinado ruido ambiental provoca en un oyente se realiza por comparación de los niveles de ruido existentes en un recinto, en cada banda de octava comprendida entre 63 Hz y 8 kHz, con un conjunto de curvas de referencia denominadas NC ("Noise Criteria") (Carrión Isbert, 1998).

Los valores recomendables para aulas o espacios con buenas condiciones de audición es de 30-40 o un equivalente en decibeles a igual a 38 – 47 (Saad, 2009).

Otro factor acústico muy importante en las aulas de enseñanza es el tiempo de reverberación, que es el grado de permanencia del sonido una vez que la fuente sonora se ha desconectado (Carrión Isbert, 1998). Por lo tanto, la reverberación de una sala es mayor cuanto más tarda el sonido en atenuarse, es decir, cuanto menos absorbente es el recinto.

El tiempo de reverberación, TR, se define como el lapso que tarda un local dado en amortiguar la energía de un sonido hasta un millonésimo de su valor original; es decir, el tiempo que tarda en amortiguar la energía de un sonido de 60 decibeles después de interrumpir la vibración de la fuente abruptamente (Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa, 2011).

Gráfico 5.5 Tiempos Óptimos de Reverberación de acuerdo al volumen del edificio.



Fuente: Acústica Arquitectónica (Saad, 2009)

De acuerdo a los tiempos óptimos de reverberación propuestos por Eduardo Saad y a las tablas de volumen recomendable en aulas por persona y tiempos de reverberación recomendados (Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa, 2011), el tiempo de reverberación para espacios educativos hasta de 283 m³ no debe de exceder 0.6 segundos.

El volumen de un aula del MINED es de 184 m³ por lo que el tiempo de reverberación no mayor a 0.6 segundos se le aplica. Para determinar el tiempo de reverberación del salón se usó la tabla 4.1.

Tabla 6.1 Absorción del salón en m2.

Absorción del salon en m2 (Abs)						
Material	Concepto	Superficie	500 Hz		1000Hz	
			Ca	Total	Ca	Total
Concreto	Muro	23	0.015	0.345	0.02	0.46
Tabique rojo	Muro	9	0.03	0.27	0.04	0.36
Vidrio	Ventanas	11	0.18	1.98	0.12	1.32
Madera	Puerta	1.9	0.1	0.19	0.07	0.133
Madera	Tapon Puerta	0.45	0.1	0.045	0.07	0.0315
Loseta de Fibrocemento	Techo	56	0.015	0.84	0.02	1.12
Ladrillo de Cemento	Piso	54	0.015	0.81	0.02	1.08
Total				4.48		4.5045

Fuente: Elaboración Propia.

Haciendo uso de la fórmula para el cálculo del tiempo de reverberación de Sabine (Carrión Isbert, 1998):

$$T_R = 0.161 \frac{V}{Abs}$$

T_R = Tiempo de reverberación

V = Volumen del recinto en m^3 .

Abs = Absorción del recinto en m^2 .

Entonces evaluando para la frecuencia de 500 Hz se tiene que:

$$T_{R500} = 0.161 \frac{184m^3}{4.48m^2}$$

$$T_{R500} = 6.6125seg$$

Y evaluando para la frecuencia de 1000 Hz se tiene que:

$$T_{R500} = 0.161 \frac{184m^3}{4.5045m^2}$$

$$T_{R500} = 6.57seg$$

Por lo que evidentemente el módulo de aula no cumple con las condiciones óptimas acústicas que garanticen un mejor aprendizaje. El tiempo de reverberación es solamente un parámetro para medir la

calidad acústica de un espacio, es necesario además evaluar las reflexiones indeseables, ecos, resonancias coincidentes, entre otras.

Iluminación Natural.

La adición de ventanas o tragaluces en un salón no necesariamente se traduce en una buena iluminación natural; un buen diseño de iluminación natural requiere tomar en cuenta las condiciones atmosféricas locales, la orientación solar y los elementos de control relacionados y proveer de (Benya, 2001):

- Iluminación natural balanceada, difusa y sin reflejos desde dos o más direcciones;
- Niveles de iluminación suficientes para las tareas a desempeñar;
- Dispositivos de sombreado operacionales para reducir la intensidad lumínica para programas audiovisuales y uso de computadoras;
- Ventanas para una buena comunicación con el exterior y,
- Dispositivos de sombreado exteriores que ayuden a minimizar la ganancia de calor al interior.

La relación entre la intensidad luminosa interior y la exterior es denominada como cociente diurno y se expresa en porcentaje (Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa, 2011); la iluminación cenital proporciona el cociente diurno más alto. Para actividades escolares normales el cociente debe ser de 2% (Tabla 4.2).

Tabla 6.2 Cocientes diurnos mínimos.

Cocientes Diurnos Mínimos	
Tipo de Actividad	Cociente
Actividades Escolares Normales	2%
Clases de primaria y secundaria	4%
Laboratorios y talleres de máquinas	6%
Talleres de dibujo y costura	10%

Fuente: Diseño Arquitectónico (Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa, 2011)

La iluminación principal de las aulas deberá provenir del lado izquierdo de los alumnos y estar preferentemente orientada al norte; para asegurar una iluminación natural uniforme, la superficie de ventanas debe ser, por lo menos, de un tercio del área del local.

En el caso del módulo propuesto por el MINED el área del aula es de 54 m² aproximadamente y el área de ventanas es de 11 m² resultando en una relación de 1/5 siendo de esta manera insuficiente.

Iluminación Artificial.

La iluminación artificial óptima para salones con fines educativos se basa en la edad promedio de los estudiantes y esta se traduce en una cantidad precisa de luxes dependiendo del área dentro del centro escolar que se esté diseñando como se observa en la tabla siguiente (Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa, 2011):

Tabla 6.3 Intensidad lumínica mínima para escuelas.

Intensidad lumínica mínima para escuelas	
Espacio	Intensidad (Luxes)
Aulas	
Jardín de niños	150
Escuelas Primarias	150
Escuelas Secundarias	175 a 250
Nivel Medio Superior	300 a 350
Talleres	
Carpintería, soldadura, electricidad, mecánica automotriz, corte y confección.	400
Forja, tratamiento térmico, construcción	400
Máquinas-Herramientas, electrónica	500
Locales Especiales	
Gimnasio, cocina, lavandería	300
Administración, sala de profesores	350
Intendencia, archivo	150 a 200
Laboratorios	
Geografía, historia, diseño, diseño artístico, música, trabajos manuales, bibliotecas, sala de lectura, examen médico	400
Salas de costura, diseño técnico, laboratorios de metrología y electrometría.	500
Circulaciones	
Pasos Cubiertos	50
Pasillos	70
Cubos de Escalera	150
Espacios Comunes	
Sala de conferencias, cafetería ó restaurante.	150
Vestíbulos.	100 a 150
Locales de Servicio	
Sanitarios, vestidores, baños, duchas, laboratorios.	100

Fuente: Diseño Arquitectónico (Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa, 2011)

A partir de esta tabla y lo establecido en el apartado 2.5 acerca de la edad de los estudiantes que pueden optar a utilizar el sistema de formación de oficios alternativo, la intensidad lumínica de un aula debe estar situada entre los 175 y los 250 luxes.

En el caso de las aulas estándar de El Salvador, son dotadas en general con 4 luminarias fluorescentes de 3X32 Watts las cuales emiten una cantidad de 4800 lúmenes por lámpara lo cual da un total de 19200 lúmenes. Tomando el área de 54 m² se tiene que el aula tiene una iluminación de 355 luxes por lo que se sobrepasa en exceso la cantidad de luxes necesaria.

d) Espacio educativo: amplitud, versatilidad, y apariencia estética.

Esta dimensión se compone de 3 aspectos importantes los cuales son las dimensiones físicas del espacio educativo, la flexibilidad del espacio de aprendizaje y el aspecto estético del espacio arquitectónico.

Amplitud.

Existen líneas de investigación que sugieren que el número de estudiantes y el tamaño del aula influyen directamente en el aprendizaje; sin embargo no se ha logrado especificar un número de estudiantes óptimos y en ciertos casos donde se ha buscado la reducción de los grupos escolares se han enfrentado con una disminución en la calidad de la plantilla docente.

De acuerdo al INIFED y a su norma NMX-R-003-SCFI-2011 para aulas con un promedio de 40 estudiantes en un sistema educativo técnico deberán cumplir con un espacio de 25 metros cuadrados por estudiante si el plantel total es de 400 personas, sin embargo si el número de estudiantes es de 2000 personas esa relación disminuye a 10 m² (Tabla 6.4).

De acuerdo al MINED en El Salvador los salones para niveles de educación media no deberá superar los 35 estudiantes y deberá cumplir con una relación de 1.20 metros cuadrados por estudiante como mínimo.

De estas dos relaciones se puede establecer que es necesaria una revisión de los metros cuadrados por estudiante para el nuevo sistema de enseñanza propuesta por la investigación ya que existe una diferencia de 8 m² entre la normativa de México y la de El Salvador. En un aula tipo y en cumplimiento con la normativa del INIFED se podría dar enseñanza a 5 estudiantes al contar solo con 48 metros cuadrados.

Versatilidad.

Uno de los puntos más importantes de la investigación fue mostrar las muchas áreas técnicas y profesionales que debe satisfacer un salón de clases. Uno de los principales enfoques fue desde la arquitectura ya que es desde el diseño que se debe generar nuevos espacios educativos que se adapten a las nuevas tecnologías y métodos de enseñanza.

De acuerdo al departamento para la educación y las competencias del reino unido los detonadores principales para el cambio en el diseño de los espacios educativos son:

- Evolución de la educación: aumentar la difusión del conocimiento de los profesores más capaces y la necesidad de estimular a los estudiantes a tener mayores logros.
- Cambios en la organización del ambiente del salón de clases: determinar el tamaño del grupo ideal para maximizar los métodos de enseñanza.
- Desarrollo de las tecnologías de la comunicación y la información.
- La inclusión de estudiantes con necesidades especiales en la red escolar.
- Aumentar el uso por la comunidad de los espacios escolares.
- La necesidad de flexibilizar y adaptar los espacios escolares.
- Desarrollo de la tecnología del edificio.
- Sostenibilidad de la construcción del edificio.

Existe un proyecto para desarrollar un prototipo de aula móvil el cuál desarrollará el uso de TICs de una forma accesible y futurista a escuelas dentro de una zona determinada.

El salón contará con conexión de banda ancha al internet para facilitar el acceso a material educativo, pizarras interactivas conectadas a internet, herramientas de proyección de realidad virtual, equipo de alta calidad para videoconferencias.

Apariencia estética.

No existe suficiente evidencia sobre la relación entre los aspectos estéticos de los edificios escolares y el aprendizaje de los estudiantes; sin embargo, algunos investigadores sugieren que los factores cosméticos parecieran tener efecto en el logro del que tienen los de carácter estructural (Hernandez Vazquez, 2010).

De acuerdo al ministerio de educación de Nueva Zelanda y su guía para diseñar espacios de aprendizaje de calidad explica como el uso de color debe ser considerado en las escuelas utilizando colores atrevidos en áreas de tránsito como pasillos; los colores también pueden ayudar a codificar los diferentes espacios; los colores en el exterior podrán ser más estimulantes y siempre se deberá considerar el color de acuerdo a las condiciones de iluminación del espacio.

La elección de los acabados interiores en aulas es fundamental en el diseño general y en la apariencia de los diferentes espacios, sin embargo los parámetros de diseño sugeridos son:

- Costo.
- Características de desgaste.
- Rendimiento acústico.
- Efecto sobre la calidad del aire.
- Factores de seguridad.
- Necesidades de mantenimiento.

e) Higiene y seguridad física en la escuela.

Los parámetros a evaluar dentro de esta dimensión son claros dentro del sentido común; cualquier estudiante deberá estar en un espacio limpio y saludable y su integridad física deberá estar asegurada.

La higiene en espacios escolares es de suma importancia en términos de prevención de enfermedades a través de la educación y la información y mediante el correcto diseño de los espacios donde pasan una gran parte del día los estudiantes.

En concordancia con la agencia estadounidense para la protección del medio ambiente (EPA) una escuela saludable es aquella que se preocupa por el bienestar de sus ocupantes proporcionando ambientes saludables, ahorro energético y una mejor calidad de aire en su interior.

Para ello es recomendable seguir directrices tales como la sustitución de pavimentos por diseños paisajistas con vegetación nativa, la climatización de ambientes de acuerdo a la región donde se localiza el inmueble, la humedad y el moho, control de plagas, limpieza y mantenimiento, tipo de materiales y eficiencia energética.

Con respecto a la seguridad en las escuelas mediante extensas investigaciones acerca de la prevención del crimen a través del diseño se puede resumir en que es necesario en primer lugar el control de los accesos al recinto mediante barreras (reales y perceptuales); esto se refiere a que el diseño debe proporcionar ayudas visuales para determinar quién pertenece a ese lugar, cuando se supone que deben estar ahí, quienes pueden estar en un determinado lugar y cuánto tiempo pueden permanecer ahí.

En segundo lugar se debe aprovechar el diseño para generar oportunidades de ver y ser visto; esto se refiere a que el diseño debe permitir que un sitio específico pueda ser observado desde terrenos adyacentes o desde la acera de enfrente, asimismo zonas como baños, estacionamientos, pasillos, entre otros, deben poder ser visto desde diferentes ángulos dentro del recinto.

Finalmente el diseño deberá generar sentimiento de propiedad en quienes habiten el espacio, motivando a su cuidado y su mantenimiento por parte de estos.

f) Accesibilidad de las instalaciones educativas.

Esta dimensión básicamente se refiere a la posibilidad de llegar, entrar, circular y salir de un recinto educativo por parte de cualquier persona que así lo desee. Es decir que el diseño deberá ser inclusivo al permitir la libre circulación de personas con algún tipo de capacidad disminuida, estudiantes en general y para la comunidad aledaña.

Para ello el Consejo Nacional de Atención Integral a la Persona con Discapacidad y el Ministerio de Obras Públicas proporcionan la Normativa Técnica de Accesibilidad para obtener los parámetros necesarios para un diseño inclusivo.

4.2) Planteamiento de la propuesta.

La conceptualización de la propuesta es proporcionar al estudiante de una herramienta para la enseñanza del oficio de la carpintería aplicado a la construcción que le permita el desarrollo de las competencias necesarias para poder ser certificado por una institución y así mejorar sus posibilidades de acceder al mercado laboral.

Para ello se tomó como ejemplo de aplicación una de las habilidades más básicas dentro de este oficio como es el manejo de escuadras de

carpintero para marcar una pieza de madera previo a su corte; esta actividad además no posee ningún riesgo de posibles lesiones en el estudiante.

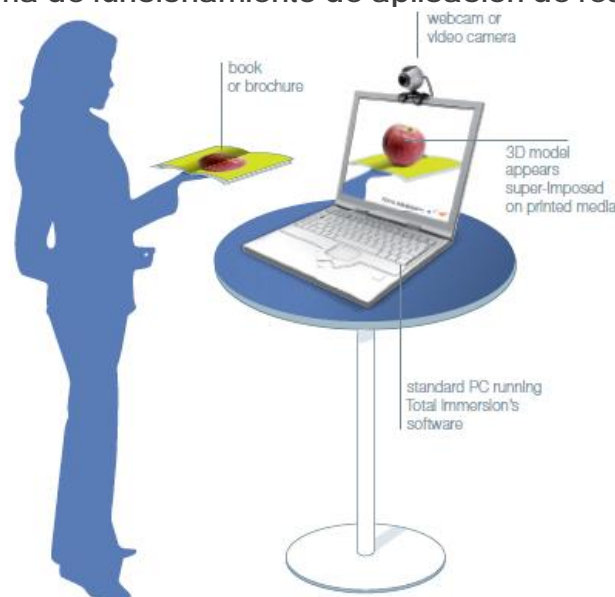
El funcionamiento de la aplicación básicamente es que la computadora pueda reconocer la pieza de madera, mediante marcadores, y mostrar una animación que permita al estudiante observar de diferentes ángulos de visión la forma en que deben ser colocadas las escuadras y como se trazan los puntos o líneas guías.

El estudiante deberá al final de la práctica poder comparar los trazos realizados con la pieza modelo (virtual) mostrada por la computadora y determinar de forma fehaciente que la práctica fue realizada con éxito; la aplicación debe permitir repetir cuantas veces sea necesario la visualización del uso de las escuadras y permitir observar a proyección en la pantalla sobre la pieza de madera.

4.3) Lineamientos de aplicación.

Uno de los objetivos principales de la investigación fue poder proporcionar una solución flexible y acorde a la realidad socioeconómica de El Salvador; otro objetivo es lograr una innovación tecnológica dentro de la arquitectura escolar salvadoreña mediante la aplicación de sistemas de realidad virtual para la enseñanza de oficios, en este caso el de carpintería.

Gráfico 5.6 Esquema de funcionamiento de aplicación de realidad aumentada.



Fuente: ¿Qué es realidad aumentada? (T-immersion, 2013).

Para ello se propone el uso de sistemas de realidad aumentada mediante una plataforma de distribución libre para fines académicos; esta plataforma funciona bajo el siguiente esquema:

- Reconocimiento: el programa reconoce una imagen, objeto, cara o cuerpo.
- Rastreo: Localización en tiempo real de la imagen, objeto, cara o cuerpo.
- Combinación: Superposición de un elemento media (video, 3d, 2d, texto, etcétera) sobre la imagen, objeto, cara o cuerpo.

Bajo este esquema se revierte el funcionamiento de las aplicaciones de realidad virtual en las que se utiliza un elemento (herramienta) conectado a sensores para la navegación dentro de un espacio virtual a un funcionamiento en el que el ambiente es real y la herramienta es el elemento virtual superpuesto.

Debido a lo anterior se propone 3 niveles de funcionamiento de la aplicación para la enseñanza del oficio de carpintería para la construcción.

a) Espacios Virtuales de Aprendizaje en el Hogar (EVAH).

Como se pudo observar en el apartado 4.1, las deficiencias para garantizar ambiente físicos educativos de calidad óptima para el aprendizaje son varias y algunas requerirían una inversión considerable para su mejora o solución.

Por otro lado a pesar de los esfuerzos por parte del gobierno, todavía existen muchas comunidades en El Salvador en las que la distancia al centro educativo más cercano se convierte en la mayor limitante para la educación de los miembros del grupo familiar.

Debido a esto la primera escala de aplicación de tecnología de realidad aumentada para la enseñanza ha sido denominada como espacios virtuales de aprendizaje en el hogar; esta primera etapa de aplicación es dirigida a estudiantes entre los 15 y 17 años de edad que cuenten con computadora en el hogar.

Las características de la computadora para ejecutar de forma correcta el software de realidad aumentada es que cuente con un sistema operativo

Windows; por lo que los requerimientos mínimos para la última versión de este software (Windows 8) son (Microsoft Windows, 2013):

- Procesador: 1 gigahercio (GHz) o más rápido, compatible con PAE, NX y SSE2;
- RAM: 1 gigabyte (GB) (32 bits) o 2 GB (64 bits);
- Espacio en disco duro: 16 GB (32 bits) o 20 GB (64 bits);
- Tarjeta gráfica: Dispositivo gráfico Microsoft DirectX 9 con controlador WDDM.

También es necesaria una conexión a internet para el seguimiento del estudiante por parte de la institución encargada mediante una plataforma moodle. Para ello las compañías de internet en El Salvador ofrecen paquetes desde 25 dólares (300 pesos) mensuales, por lo que sería necesario crear un programa de subvención por parte del gobierno.

Las mayores limitantes de los EVAH son en primer lugar los alcances de habilidades y conocimientos que puede obtener el estudiante ya que en su mayoría serían a nivel teórico al no contar con una persona para la supervisión de la parte práctica; otra limitante es que es difícil llevar un control de los recursos proporcionados por parte de la institución o el gobierno y finalmente que para poder contar con una computadora o costear un paquete de internet que la incluya, se necesita un nivel socioeconómico tal que se dejaría fuera del programa a la mayoría de jóvenes con necesidad de este sistema educativo.

b) Espacios Virtuales de Aprendizaje en el Aula (EVAA).

El siguiente paso en la evolución de espacios virtuales de aprendizaje para la enseñanza de oficios en El Salvador es la adecuación del modelo de aulas estándar.

Para ello es necesario tomar en cuenta las recomendaciones ya mencionadas en el apartado 4.1 en términos de acústica, ventilación, iluminación y confort en general; esto significaría una inversión mucho mayor por parte del Gobierno de El Salvador, sin embargo se lograría mejorar las competencias de los estudiantes en un oficio determinado.

En el oficio utilizado como modelo en el trabajo de investigación es necesaria la inversión en mesas de carpintería y las herramientas básicas que esta tiene; cada mesa de carpintería puede ser compartida por varios estudiantes y se necesitaría una sola estación de equipo de cómputo para realizar cada práctica (Imagen 4.5).

Gráfico 5.7 Prototipo de estación de cómputo para la enseñanza de oficios.



Fuente: Elaboración propia.

El área necesaria para la implementación de estas estaciones de aprendizaje es de aproximadamente 60 m² y podría ser utilizado hasta por 5 estudiantes simultáneamente; en este modelo de espacio es necesaria la presencia de un instructor competente en la materia para guiar en el uso de herramientas a los estudiantes.

Esto significaría que el aula tipo que está diseñada para grupos entre 30 a 40 alumnos solo podría admitir 5 estudiantes; sin embargo se podrían crear varios grupos para tener varias sesiones al día y así poder ampliar la oferta educativa con la modificación de una sola aula.

Por otro lado se amplían considerablemente las habilidades y usos de herramientas que el estudiante puede adquirir con este sistema así como las competencias en las que puede ser certificado.

En la imagen 4.8 se puede apreciar como una unidad de EVAA se compone de dos mesas de carpintero, una mesa de herramientas y una estación de cómputo donde se visualizara el sistema de realidad aumentada de aprendizaje del oficio.

Gráfico 5.8 Propuesta de espacio virtual de aprendizaje en el aula (EVAA).



Fuente: Elaboración propia.

4.4) Infraestructura para implementación de Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Para la eficaz aplicación de los diferentes tipos de espacios de aprendizaje virtual es necesario contar con una infraestructura de apoyo que permita una verdadera integración con el sistema educativo; para ello es necesario que el sistema posea confiabilidad, un fácil acceso, disponibilidad, proveer herramientas de evaluación, entre otras. Para ello la investigación considera como claves las siguientes funciones de apoyo a la infraestructura de aprendizaje.

a) Accesibilidad al internet.

La superintendencia general de electricidad y comunicaciones (SIGET) describe que el mercado de los servicios de telecomunicaciones en El Salvador dejó de ser un monopolio estatal y paso a ser un mercado en competencia.

El Salvador decidió privatizar el sector de las telecomunicaciones iniciando con el otorgamiento de una concesión para el servicio de telefonía celular a la empresa Telemóvil El Salvador, S.A.; posteriormente se privatizó la Administración Nacional de Telecomunicaciones (ANTEL).

En la actualidad se encuentran en operación nueve operadores de telefonía fija, cuatro operadores de telefonía móvil y once operadores de larga distancia internacional, lo que permite que los usuarios tengan mayores opciones de elección y una mayor cobertura en todo el país.

Como resultado de esta mayor participación de mercado se ha producido una reducción en las tarifas telefónicas beneficiando especialmente a los usuarios del servicio de llamadas internacionales hacia los Estados Unidos de Norteamérica.

Sin embargo, los beneficios no se limitan a la reducción en tarifas, sino que también la teledensidad se ha incrementado sustancialmente, como producto del crecimiento acelerado de la telefonía móvil y en una menor medida la telefonía fija.

La empresa TIGO ofrece velocidades de conexión desde los 256 kbps hasta los 5 mb y hace una relación entre las velocidades y las funciones permisibles de navegación; para el uso de los sistemas de realidad virtual propuestos es necesaria una conexión entre los 512 kbps hasta los 2 mb de velocidad.

A nivel empresarial ofrece el servicio de WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) que es la próxima generación BWA (Acceso Inalámbrico de Banda Ancha), es una tecnología inalámbrica de red que permite la conexión a Internet a velocidades más rápidas de las cuales permiten las actuales tecnologías inalámbricas.

WiMAX posibilita que los usuarios accedan a Internet y a las redes locales de su empresa a través de Banda Ancha y de forma inalámbrica, ofrece tasas de transferencia de 70Mbps (Megabits por segundo) a distancias de hasta 50 Kilómetros de una estación base o celda.

Gráfico 5.9 Velocidad de Internet vs Funciones Permisibles de Navegación.



Fuente: www.tigo.com.sv.

Las ventajas de la tecnología WiMAX son:

- Cobertura de área de servicio superiores a 50Km
- No es requisito indispensable contar con línea de vista directa
- Plataforma de acceso a todo tipo de servicios Multimedia en la Red (Voz, Música, Videos, etc.)
- No requiere contar con una línea telefónica.
- Mayor disponibilidad y confiabilidad de la Red, al tener una infraestructura no expuesta al público.
- Mayor nivel de seguridad de la información.

La compañía de telecomunicaciones Claro por su parte cuenta con opciones que van desde los 512 kbps hasta los 3 mb de velocidad de conexión y los precios van desde 234 pesos hasta 455 pesos mensuales y con contratos por 18 meses.

Gráfico 5.10 Velocidad de Internet vs Funciones Permisibles de Navegación.

Internet		
Velocidad	Costo (Dólares)	Costo (Pesos)
512 kbps	\$18.00	\$234.00
1 Mb	\$22.00	\$286.00
2 Mb	\$35.00	\$455.00

Fuente: www.claro.com.sv.

A nivel corporativo ofrece internet dedicado el cual consiste en un servicio que proporciona una salida de Internet mediante un enlace dedicado ajustado a las necesidades de uso, posee 4 direcciones IP's públicas. Según la página de claro posee la cualidad de ser una tecnología bajo la red de nueva generación MPLS y permite correr más aplicaciones simultáneas de internet al poder ser regulada la velocidad.

Salnet (www.salnet.net) ofrece SpeedNet que es un servicio de Internet y telefonía residencial y Pyme que cuenta con navegación segura; agrega que el servicio ofrece Internet y telefonía por la misma línea de neopreno casera (tecnología ADSL), la cual permite navegar y hacer llamadas al mismo tiempo gracias a un "Splitter" (separador) que se le instala en la caja modular de la línea del teléfono, la cual envía la señal de voz al teléfono y la de Internet a la computadora. Cuenta con velocidades de navegación de 250 Kbps, 512 Kbps y 1 Mbps.

A nivel corporativo ofrece WINET (Wimax) es Internet capaz de llevar toda la información posible (voz, video, datos) utilizando como medio el espacio libre (Aire). WINET cuenta con las siguientes garantías de servicio:

- Personal técnico profesionalmente capacitado y el stock de repuestos necesarios y requeridos para brindar un servicio rápido y eficiente en todo momento
- Revisión de rutina actualización y/o mantenimiento previo
- Respaldo de convertidores de medios
- Soporte ante cambios de configuración de red interna.
- Características de la oferta WIMAX pymes

- 1 IP dirección Pública
- 10 cuentas de correo electrónico
- 10 MB para Web Hosting
- Estabilidad en el ancho de banda y en la velocidad de conexión
- Interconectividad con todo el mundo, en correo electrónico y páginas Web

b) Accesibilidad a software de distribución libre.

La investigación se planteó desde un principio que para mejorar la factibilidad de aplicación de lo antes propuesto era necesario minimizar los costos económicos en todas las facetas; debido a ello el uso de software libre se volvió una de las principales restricciones del proyecto.

Existen diversas razones por las que el software de distribución libre deben de comenzar a ser utilizados en las instituciones educativas dentro de las que se pueden mencionar la dotación de software a precio del coste de reproducción (de acuerdo al tamaño del programa el gasto se limita a un cd o dvd) a todas sus dependencias; debido a las características de código abierto de este tipo de programa se facilita la adaptación a las necesidades individuales de cada profesor, entre otras.

La aplicación de realidad aumentada usada para el desarrollo del modelo de enseñanza de esta investigación fue realizado en la plataforma D´fusion creada por T-immersion la cuál puede ser descargada de manera libre de su página web, sin embargo existe software complementario a la práctica educativa que vale la pena mencionar.

Para la captura ya sea de imágenes estáticas o de video de la actividad realizada durante un tiempo determinado en la computadora se usó el software camstudio recorder, las ventajas que proporciona este software es que permite un control de la actividad realizada por los estudiantes durante las horas de práctica en la institución.

Para la lectura de planos y especificaciones técnicas realizadas en sistemas de dibujo asistido por computadora existe la opción del software drafisight que puede ser descargada de manera gratuita y es una poderosa herramienta de dibujo 2d.

Para el desarrollo de toda la información complementaria al curso, asignación y realización de tareas, y evaluación teórica final del estudiante, se propone la plataforma moodle (www.moodle.org).

Existen muchas más opciones de software libre para las diferentes necesidades de un curso de este tipo por lo que este nivel de infraestructura requiere una inversión mínima por parte del gobierno o institución gestora.

4.5) Análisis Costo – Beneficio.

Con la finalidad de poder determinar si la implementación de un sistema de realidad aumentada para la enseñanza del oficio de carpintería en El Salvador, es necesario considerar los costos y beneficios asociados a cada una de las diferentes propuestas.

El análisis costo – beneficio es una herramienta que permite evaluar proyectos en que no solo se generan flujos económicos, generalmente expresados monetariamente, sino también beneficios sociales.

La técnica de Análisis de Costo/Beneficio, tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización del mismo.

Debido a ello en los siguientes puntos se analizarán los costos asociados a cada uno de los escenarios planteados, los beneficios que conlleva cada uno de ellos expresados de forma monetaria; una vez obtenidos estos datos se pasará a la evaluación de los proyectos de inversión mediante la Ley del Valor Presente Neto, la Tasa Interna de Retorno y el Período de Retorno en un margen de tiempo de 5 años.

a) Análisis de Costos.

Dentro de la investigación se tomaron tres escenarios posibles; el primero consiste en los costos actuales de implementación de aulas tradicionales por parte del Ministerio de Educación, el segundo escenario es la implementación de sistemas de realidad aumentada en las aulas-taller mencionadas en secciones anteriores y finalmente el escenario ideal de implementación de un sistema de realidad virtual.

El primer escenario se midió a través de 3 intervenciones de rehabilitación en centros escolares en El Salvador en los que se repararon el estado deteriorado de los salones con acciones como pintura, cambio de pisos interiores y exteriores, ventanería, sanitarios, aceras, bancas, mesas, zonas de recreación y módulos sanitarios.

La rehabilitación del centro escolar Jorge Larde abarcó 33 aulas (salones), la dirección y la cocina. El monto total del proyecto ascendió

a \$536,685.34 USD (7,000,000.00 MX) con lo que se puede determinar que el costo de renovación de un aula es aproximadamente \$15,000 USD (195000 MX).

En el caso del complejo educativo Pio Romero Bosque el monto total de inversión fue de 529,001.85 USD (6,887,024.05) y abarco la remodelación de 17 aulas y dos módulos de sanitarios por lo que aproximadamente la inversión por aula ronda los 20,000 USD (260,000 mx).

En el caso del centro escolar República de Nicaragua la inversión fue de 657,318.39 USD (8,545,139.07 MX) e incluyo la rehabilitación de: Módulo existente de ocho aulas, biblioteca y administración, módulo existente de un aula y bodega a rehabilitar, módulo existente de servicios sanitarios a demoler, módulo existente de diez aulas, módulo existente de cra a rehabilitar, módulo existente de cocina a rehabilitar como bodega, salón usos múltiples, módulo nuevo de cocina a construir y módulo nuevo de servicios sanitarios a construir. En este último centro escolar el costo de rehabilitación de un aula ronda los 23,000 dólares.

El segundo escenario propone la implementación de sistemas de realidad aumentada en aulas tipo en El Salvador tomando como referencia los espacios del centro escolar Jorge Larde, los cuáles en general cumplen con los espacios ya establecidos por el Ministerio de Educación de El Salvador.

Un sistema de realidad aumentada se compone básicamente de 3 elementos como se vio en el apartado de los lineamientos de la aplicación por lo que el mayor porcentaje de inversión se concentra en el software a utilizar.

Para la investigación se escogió el software desarrollado por total immersion D'fusion Studio ya que es un programa gratuito que permite desarrollar aplicaciones de realidad aumentada de una manera relativamente sencilla.

El software en su opción de paquete empresarial incluye su instalación en dos computadoras para el desarrollo de un número ilimitado de aplicaciones de realidad aumentada tanto para web como para celular con una duración de licencia ilimitada; su costo es equivalente a 105,000 pesos mexicanos (8127 dólares americanos).

En el gráfico 4.11 se puede observar el costo total de inversión para la adecuación de un aula tipo a un aula de enseñanza con realidad

umentada, dando un total aproximado de 380,000 pesos mexicanos (29,000 dólares americanos).

Gráfico 5.11 Costo de implementación de sistema de realidad aumentada.

SEGUNDO ESCENARIO: AULA DE REALIDAD AUMENTADA						
Costos Directos	Unidad de Medida	Cantidad	Costo por Unidad(\$USD)	Costo por Unidad(\$MX)	Total(\$USD)	Total(\$MX)
Software D´Fusion Studio Pro	pz.	1	\$8,127.00	\$105,651.00	\$8,127.00	\$105,651.00
Inspiron One 2020	pz.	20	\$898.00	\$11,782.15	\$17,960.00	\$235,643.00
Camara web Microsoft HD3000	pz.	20	\$39.90	\$523.51	\$798.00	\$10,470.20
UPS cyber power 600 VA	pz.	10	\$109.00	\$1,430.13	\$1,090.00	\$14,301.30
Proyector Dell 1430X	pz.	1	\$850.00	\$11,152.37	\$850.00	\$11,152.37
Pizarron Innova Blanco 60x90	pz.	1	\$44.90	\$589.11	\$44.90	\$589.11
Impresora HP PRO 251 DW	pz.	1	\$279.00	\$3,660.60	\$279.00	\$3,660.60
					\$29,148.90	\$381,467.58

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Office Depot El Salvador, Total Inmersión, Dell El Salvador.

El tercer escenario contempla la implementación de un aula de realidad virtual móvil, para ello se partió del documento desarrollado por la dirección general de cómputo y de tecnologías de información y comunicación de la UNAM (Godoy Aguirre & Ramos Nava, 2009) en el cual se revisan las opciones disponibles (a esa fecha) y costos estimados de diferentes sistemas de realidad virtual.

A partir de dicho documento se contactó a las empresas distribuidoras de dichos sistemas y se constató que dichos sistemas eran obsoletos y en algunos casos ya no eran producidos, sin embargo proporcionaron un asesoramiento en cuál era el sistema idóneo en el mercado actual.

Una de las empresas contactadas, 3D AVRover, ofrece un sistema de realidad virtual el cual incluye una computadora con tarjeta de video y procesador de gráficos 3d, un proyector DLP de corta distancia (short throw) de 2500 lúmenes; 25 pares de lentes 3D, un amplificador con ecualizador de 3 bocinas, un mueble con dos cajones con chapa, ruedas de alta resistencia y un estante para proyección ya sea sobre pantalla retráctil o sobre una superficie.

Como se puede observar en el gráfico 4.12, el costo total del sistema ronda los 107,000 pesos mexicanos (8300 dólares americanos aproximadamente) sin embargo este costo no contempla los gastos de envío e impuestos por su introducción a El Salvador cuya tasa actual es de 2.25 dólares (29.25 pesos) por libra más un aumento del 28% de su costo en promedio.

Gráfico 5.12 Costo de implementación de sistema de realidad virtual.

TERCER ESCENARIO: AULA DE REALIDAD VIRTUAL						
Costos Directos	Unidad de Medida	Cantidad	Costo por Unidad(\$USD)	Costo por Unidad(\$MX)	Total(\$USD)	Total(\$MX)
3DAVRover*	pz.	1	\$6,840.00	\$88,920.00	\$6,840.00	\$88,920.00
UPS cyber power 600 VA	pz.	10	\$109.00	\$1,430.13	\$1,090.00	\$14,301.30
Pizarron Innova Blanco 60x90	pz.	1	\$44.90	\$589.11	\$44.90	\$589.11
Impresora HP PRO 251 DW	pz.	1	\$279.00	\$3,660.60	\$279.00	\$3,660.60
					\$8,253.90	\$107,471.01

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de 3DAVRover, Aerocasillas.

b) Análisis de beneficios.

Las personas, en el idioma del hombre económico, se llaman capital humano (Mars & Aunión, 2010) y por lo tanto cualquier acción por parte de un país para mejorar las capacidades y competencias necesarias para las exigencias actuales del mercado puede ser interpretada como una inversión.

Es fácil poder advertir que la educación es una de las principales líneas de desarrollo para un país debido a s sobre ella recae en gran medida la posibilidad de que los países logren incrementar sus índices de innovación, productividad y crecimiento económico, permitiéndoles disminuir los niveles de pobreza e inequidad (Briceño Mosquera, 2011).

Sin embargo poder traducir todos estos beneficios de corte social a términos económicos y para ser más exactos, monetarios, no siempre es una tarea sencilla. William Schweke del Instituto de Política Económica (Economic Policy Institute) llegó a las siguientes conclusiones:

- La gente con sin diploma de preparatoria (bachillerato), vio decrecer su promedio de ingresos en un 14% entre los años 1979-1995, mientras que aquellos graduados del colegio universitario (college) vieron incrementarse el promedio de sus ingresos en un 14%, durante los mismos años.
- Hombres y mujeres quienes obtienen un grado técnico en los conocidos colegios universitarios, ganan un 18 y 23% más respectivamente que aquellos que solamente se graduaron de preparatoria (bachillerato).

Por otro lado la principal fuente de captación de recursos en El Salvador son los ingresos tributarios de acuerdo al Ministerio de Hacienda, llegando a representar el impuesto sobre la renta entre 1990 y 2009 el 35%.

Debido a ello para poder traducir los beneficios económicos que les traería tanto al gobierno de El Salvador como a un individuo realizar la inversión en cualquiera de los tres escenarios mencionados en esta investigación se realizará un análisis en términos económicos tomando en cuenta las siguientes primicias:

- Se considerará 4 personas por hogar (Dirección General de Estadísticas y Censos, 2011) basado en el promedio general de la última encuesta de hogares de propósitos múltiples.
- Tomando en cuenta las estadísticas presentadas en el punto 2.5 de esta investigación por cada 40 alumnos entre las edades de 15 a 17 años existen 28 estudiantes que no están estudiando debido a que se encuentran trabajando.
- Los salarios promedios son obtenidos de las estadísticas presentadas por la DYGESTIC comprendidas entre los años 2005 – 2011 y agregando un factor de corrección de un aumento del 4 por ciento por año a partir del 2011.
- El gasto en educación de un hogar salvadoreño aumento del año 1992 al año 2006 de 2.7 a 3.4 por ciento por lo que se puede suponer que anualmente hubo un aumento del 0.058 por ciento por lo que para el 2014 el porcentaje de gasto sería de 3.87.
- El ingreso promedio mensual de los hogares en el área urbana es de 594.47 dólares.

Un hogar salvadoreño gasta en promedio 23 dólares (299 pesos mexicanos) en educación mensualmente si tomamos en cuenta que su ingreso mensual es de 594.47 dólares.

Sin embargo de acuerdo a la tabla 4.13, el ingreso mensual para un trabajador no calificado en el 2011 era de 156.66 dólares (2036.58 pesos); así que asumiendo en el escenario uno que los dos padres trabajan el ingreso mensual rondaría los 313.32 dólares (4073.16 pesos) e invertirían 12.13 dólares (157.69 pesos) mensuales en educación.

Gráfico 5.13 Salario promedio mensual en dólares en El Salvador.

SALARIO PROMEDIO MENSUAL EN DÓLARES POR AÑO EN EL SALVADOR SEGÚN ÁREA Y GRUPO OCUPACIONAL														
Área y grupo ocupacional	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
	Dólares	Pesos	Dólares	Pesos	Dólares	Pesos	Dólares	Pesos	Dólares	Pesos	Dólares	Pesos	Dólares	Pesos
Fuerzas Armadas	\$375.67	\$4,883.71	\$218.89	\$2,845.57	\$214.26	\$2,785.38	\$396.71	\$5,157.23	\$266.49	\$3,464.37	\$298.90	\$3,885.70	\$288.67	\$3,752.71
Director en funciones	\$940.72	\$12,229.36	\$990.63	\$12,878.19	\$1,152.04	\$14,976.52	\$1,124.64	\$14,620.32	\$942.47	\$12,252.11	\$970.45	\$12,615.85	\$990.06	\$12,870.78
Profesionales, científicos	\$659.45	\$8,575.45	\$884.12	\$11,493.56	\$784.23	\$10,194.99	\$780.95	\$10,152.35	\$800.64	\$10,408.32	\$711.53	\$9,249.89	\$715.95	\$9,307.35
Técnicos profesionales	\$399.49	\$5,193.37	\$416.06	\$5,408.78	\$379.79	\$4,937.27	\$411.59	\$5,350.67	\$441.24	\$5,736.12	\$422.13	\$5,487.69	\$434.50	\$5,648.50
Empleados de oficina	\$309.88	\$4,028.44	\$299.56	\$3,894.28	\$320.50	\$4,166.50	\$327.54	\$4,258.02	\$316.39	\$4,113.07	\$333.50	\$4,335.50	\$323.96	\$4,211.48
Comerc., Vendedor.	\$245.50	\$3,191.50	\$247.27	\$3,214.51	\$266.16	\$3,460.08	\$275.04	\$3,575.52	\$270.46	\$3,515.98	\$272.54	\$3,543.02	\$259.99	\$3,379.87
Agricultura - pesquero	\$174.62	\$2,270.06	\$139.29	\$1,810.77	\$122.62	\$1,594.06	\$105.90	\$1,376.70	\$189.43	\$2,462.59	\$168.92	\$2,195.96	\$196.66	\$2,556.58
Oficiales-Artesanos-Operarios	\$205.40	\$2,670.20	\$213.86	\$2,780.18	\$215.70	\$2,804.10	\$223.99	\$2,911.87	\$238.07	\$3,094.91	\$242.78	\$3,156.14	\$245.66	\$3,193.58
Operador-instalador-máquinas	\$251.60	\$3,270.80	\$247.19	\$3,213.47	\$255.45	\$3,320.85	\$256.35	\$3,332.55	\$264.89	\$3,443.57	\$267.78	\$3,481.14	\$272.29	\$3,539.77
Trabajador no calificado	\$133.95	\$1,741.35	\$144.37	\$1,876.81	\$154.38	\$2,006.94	\$156.98	\$2,040.74	\$153.51	\$1,995.63	\$156.90	\$2,039.70	\$156.66	\$2,036.58

Fuente: (Dirección General de Estadísticas y Censos, 2011)

Con los datos anteriores se puede determinar que una persona que ha completado sus estudios de secundaria e ingresado al mercado laboral como trabajador no calificado habrá invertido en su educación 1310 dólares (17030 pesos), al cabo de 9 años, para obtener un ingreso de 156.66 dólares (2036.58 pesos) mensuales.

Por otro lado tanto en el escenario dos y tres, se invertiría la cantidad de 1455.60 dólares (18922.8 pesos) en un período de 10 años para obtener un ingreso de 434.50 dólares (5648.50) mensuales.

Conclusiones.

En este último apartado se presenta de una forma sintetizada los hallazgos realizados en esta investigación; y cuales fueron los resultados y respuestas obtenidas frente a la pregunta inicial plasmada en la hipótesis, **el aprendizaje de oficios relacionados con la construcción mediante el uso de espacios de aprendizaje virtuales proporcionará una mejor opción de inserción inmediata al mercado laboral formal de El Salvador.**

Mediante la conjunción de los conocimientos obtenidos a través del análisis del estado del arte del tema de investigación, la construcción de la propuesta, su diseño y su puesta a prueba de manera teórica frente a un grupo de expertos en el tema se pudo llegar a las siguientes respuestas.

El uso de la realidad virtual y aumentada dentro de los procesos educativos actuales como herramienta de enseñanza es cada vez más frecuente. Se ha documentado la incidencia de este tipo de tecnología en el proceso de aprendizaje de materias como química, medicina, diseño estructural, entre otros.

Los resultados, sin embargo, no son todavía concluyentes pero se puede observar, inclusive en esta investigación, que las mayores dificultades para la aplicación de esta tecnología es la falta de capacitación por parte de la planta docente para poder aplicar sus métodos para la transmisión de conocimientos haciendo uso de este tipo de plataforma.

Por otro lado, uno de los principales obstáculos encontrados en esta investigación es que no existe una definición clara de que es cada una de estas tecnologías, por lo que al desconocer a ciencia cierta que es, hace mucho más difícil su aplicación.

Sin embargo un aspecto positivo es que bajo la opinión de los expertos consultados, una vez siéndoles proporcionado un concepto de estas tecnologías, es que ambas son tecnologías que deben ser utilizadas en los procesos de enseñanza de oficios relacionados con la construcción.

Se puede comprobar que términos como la simulación han sido utilizados de forma común mucho más tiempo atrás que la realidad virtual o la realidad aumentada. Por lo que puede ser un camino a explorar a la hora de crear programas introductorios al tema tanto para docentes como para estudiantes.

La finalidad de esta investigación era poder determinar si la enseñanza de oficios relacionados con la construcción, y en un caso más específico la carpintería usada para la confinación o moldeado de elementos estructurales, puede ser mejorada a través del uso de la realidad virtual y/o aumentada y a partir de ello proporcionar al estudiante una mejor posibilidad de ingresar al mercado laboral.

En el desarrollo del capítulo 2 se pudo demostrar que existe una demanda por parte del mercado laboral de El Salvador de mano de obra calificada para el sector construcción y en el capítulo 3 se pudo obtener la opinión de profesionales expertos dentro del campo de estudio el cual sugiere que definitivamente es una opción a considerar de manera muy seria por el Ministerio de Educación de El Salvador.

Mediante los resultados obtenidos por diferentes investigaciones similares el grado de confianza en el éxito de la propuesta aquí descrita (Capítulo 4) son muy altas, pero es necesario continuar con la investigación en su fase de comprobación en un ambiente no controlado.

En el capítulo 4 se realizó un análisis profundo de diferentes características que forman parte de un espacio de aprendizaje idóneo (virtual o no) y se pudo comprobar como las aulas tipo desarrolladas por el Ministerio de Educación en E l Salvador fallan en c umplir con muchos de los requerimientos básicos para espacios educativos en general.

Es por ello que se considera como un campo de inversión que definitivamente debe ser abordado el aquí propuesto y evitar seguir invirtiendo en espacios educativos alejados, por una enorme brecha, de la arquitectura y su siempre noble búsqueda por mejorar la habitabilidad de los espacios.

Esta tesis pretende en s u forma más simplificada demostrar que la tecnología puede ser ese puente que una a la arquitectura con muchas de las otras ciencias actuales y sobre todo hacer hincapié en la importancia de la educación para el desarrollo de un país y por ello el enorme valor de generar espacios que potencien a la pedagogía.

El espacio propuesto en es ta investigación busca poder ser emplazado dentro de las estructuras escolares actuales comprobando que la inversión es menor a la generada para el simple maquillaje externo a las que son sometidas las escuelas de El Salvador.

Esta tesis buscó desde sus inicios demostrar que frente al boom de la era de las comunicaciones la arquitectura debe explorar un nuevo campo en

que su finalidad no sea un edificio, ese espacio físico y tangible tradicional, sino adentrarse en las nuevas propuestas tecnológicas y comenzar a crear confort y optimización espacial VIRTUAL.

Referencias

- Achille Peternier, S. C., & Frédéric Vexo, D. T. (2007). *Practical Design And Implementation Of A Cave System. High Quality Four Walls CAVE howto*. Lausanne: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- Alemanly Martínez, D. (2007). Blended Learning: Modelo virtual - presencial de aprendizaje y su aplicación en entornos educativos. *I Congreso Internacional Escuela y TIC. IV Forum Novadors* (pág. 8). Alicante: Universidad de Alicante.
- Aliaga, F., & Bartolomé, A. (2005). *El impacto de las nuevas tecnologías en educación*. Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Anders, P. (1998). Cybrids: integrating cognitive and physical space in Architecture. *Convergence*, 85-105.
- Avila M. , P., & Bosco H., M. D. (2001). Ambientes virtuales de aprendizaje. *Ambientes virtuales de aprendizaje*, (págs. 1-6). Düsseldorf.
- Bailey, J., Ellis, S., Schneider , C., & Vander Ark, T. (2013). *Foundation for excellence in Education*. Obtenido de Digital Learning Now: <http://digitalllearningnow.com/>
- Barberá, E. (2006). Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación. *Revista de educación a distancia*.
- Bartolomé, A. (2007). Blended learning. Conceptos básicos. *Píxel-Bit*.(23), 7-20.
- Beaudouin-Lafon, M. (1994). Beyond the Workstation, Media Spaces and Augmented Reality. *People and Computers*.
- Beier, K. P. (2008). *Virtual Reality: A short introduction*. Michigan: University of Michigan.
- Bell, J., & Fogler, H. (1997). *Ten Steps to Developing Virtual Reality Applications for Engineering Education*. Milwaukee: American Society for Engineering Education.
- Benya, J. R. (2001). Lighting for Schools. *National Clearinghouse for educational facilities.*, 1-6.
- Briceño Mosquera, A. (2011). La educación y su efecto en la formación de capital humano y en el desarrollo económico de los países. *Apuntes del CENES*, 45-59.
- Briones, C. R., Castro, M., & López, O. A. (2005). *Mapa de Pobreza: política social y focalización*. San Salvador: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Bryson, S., & Levit, C. (1991). *The Virtual Windtunnel: An Environment for the exploration of three-dimensional unsteady flows*. California: NASA Ames Research Center.
-

- Building Educational Success Together. (2006). *Growth and Disparity. A Decade of US Public School Construction*. Washington, D.C.: BEST.
- Bustos Sánchez, A., & Coll Salvador, C. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje: Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. *Revista Mexicana de Educación Investigativa*, 15(44), 163-184.
- Cabero, J. (Abril de 2006). Bases pedagógicas del e-learning. *Revista de Universidad y Sociedad del conocimiento*, 3(1), 1-10.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2012). *Edificación de Educación. Agenda e incidencia de la industria de la construcción en México*. Ciudad de México: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.
- Carrión Isbert, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- Cawood, S., & Fiala, M. (2008). *Augmented Reality: A practical guide*. The Pragmatic Bookshelf.
- Chung, J., Harris, M., Brooks, F. P., Fuchs, H., Kelley, M., Hughes John, . . . Pique, M. (1989). *Exploring Virtual Worlds with Head-Mounted Displays* (Vol. 1083). Chapel Hill, Carolina del Norte, Estados Unidos: SPIE proceedings.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2012). *Perspectivas económicas de América Latina 2013: Políticas de PYMES para el cambio estructural*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CONOCER. (2012). *CONOCER*. Recuperado el Mayo de 2013, de conocimiento. competitividad. crecimiento.: <http://www.conocer.gob.mx/>
- Coord. Khvilon, E. (2002). *Aprendizaje abierto y a distancia. Consideraciones sobre tendencias, políticas y estrategias*. UNESCO.
- Corvalan, J., & Sepúlveda, L. (2001). *Educación técnica superior en Chile: reflexiones sobre nuevas políticas*. Santiago de Chile: Centro de Investigación y desarrollo de la Educación.
- Cruz, C. A. (2011). Wright's Organic Architecture: From ›Form Follows Function‹ to ›Form and Function are One‹. *wolkenkuckucksheim*(32), 27-36.
- de Mulder, E., Dalziel, M., Hooiemstra, T., Carretta, A., Bethell-Fox, C., Strombach, M., . . . Fernández, G. (1996). *Las Competencias: clave para una gestión integrada de los recursos humanos*. España: Deusto.
- Delgado Cejudo, S. (2003). *Elearning. Análisis de plataformas gratuitas*. Valencia, España: Universitat de Valencia.
-

- Díaz Barriga, Á. (2006). El enfoque en competencias de la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles Educativos*, XXVIII(111), 7-36.
- Dirección General de Estadísticas y Censos. (2011). *Resultados de la Encuesta de Hogares de propósitos múltiples (EHPM) 2011*. San Salvador.
- Dirección General de Estadísticas y Censos. (2012). *Dirección General de Estadísticas y Censos*. Recuperado el Mayo de 2013, de DIGESTYC: <http://www.digestyc.gob.sv/>
- Druck, A. (2006). *TechCast*. Obtenido de When Will Virtual Reality Become a Reality?: <http://www.techcast.org>
- Flores, I., & Carrasco, Á. (2000). *Equidad de la educación y oportunidades de bienestar en El Salvador*. San Salvador: Fundación Empresarial para el Desarrollo Educativo.
- García Alvarado, R. (2001). Projected Space: Characterizing the Cybrid Architecture. *SIGRADI* , 285-287.
- García Aretio, L. (Abril de 1987). Hacia una definición de educación a distancia. *Boletín Informativo de la Asociación Iberoamericana de Educación Superior a distancia.*, 4(18), 1-4.
- García Aretio, L., Ruiz Corbella, M., Quintanal Díaz, J., García Blanco, M., & García Perez, M. (2009). *Concepción y tendencias de la educación a distancia en América Latina*. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos.
- García Martínez, W. Y. (2002). Usos educacionales de la tecnología de la realidad virtual. *Temas* , 31-38.
- Gil Rivera, M. d. (2002). *Modelo de diseño instruccional para programas educativos a distancia*. Distrito Federal: Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia.
- Givoni, B. (1976). *Man, climate and architecture*. Nueva York: Van Reinhold Nostrand.
- Gobierno de Brasil. (Mayo de 2012). *Gobierno de Brasil*. Obtenido de El Programa Nacional de acceso a la Educación Técnica y el Empleo (PRONATEC): www.brasil.gov.br
- Gobierno de El Salvador. (2000). *Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública*. San Salvador: Asamblea Legislativa de El Salvador.
- Gobierno de El Salvador. (2013). *Ministerio de Educación* . Obtenido de República de El Salvador, C.A.: www.mined.gob.sv
- Godoy Aguirre, V. H., & Ramos Nava, M. (Abril de 2009). *Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación*. Obtenido de Observatorio Ixtli: <http://www.ixtli.unam.mx/>
-

- Gómez Gutiérrez, L. I. (2003). El desarrollo de la educación en Cuba. *Conferencia Especial en el Congreso de Pedagogía*. Habana.
- Góngora Peñaranda, G. J. (2006). *Ciberespacio y Arquitectura*. Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gonzalo Vélez, J. (2000). Arquitectura Virtual: Fronteras. *Arquitectura Virtual: Fronteras* (pág. 6). Rio de Janeiro: Sigradi.
- Gubbins, P., Schiefelbein, E., Rápalo Castellanos, R., Kraft, R., Guzman, J., Lardé de Palomo, A., . . . Reimers, F. (2005). *Educación básica en El Salvador: consolidando los fundamentos para igualdad de oportunidades de calidad*. USAID&MINED.
- Heim, M. (2011). The Metaphysics of Virtual Reality. *Oxford Scholarship Online*, 1-19.
- Hernandez Vazquez, J. M. (Julio-Diciembre de 2010). Habitabilidad educativa de las escuelas. Marco de referencia para el diseño de indicadores. *SINÉCTICA*(35), 241-254.
- Holahan, C. J. (2011). *Psicología Ambiental. Un enfoque general*. México: Limusa.
- IEA Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme. (2002). *Principles of hybrid ventilation*. (P. Heiselberg, Ed.) Aalborg: Hybrid Ventilation Center.
- Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. (2011). Acondicionamiento Acústico. En *Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones*. (págs. 1-27). Distrito Federal: INIFED.
- Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. (2011). *Diseño Arquitectónico*. Distrito Federal: INIFED.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (5 de Abril de 2013). *IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*. Recuperado el 03 de Mayo de 2013, de Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios. RITE:
<http://www.idae.es/index.php/id.27/relcategoria.1030/mod.pags/mem.detalle>
- Javidi, G. (1999). *Virtual Reality and Education*. Florida: University of South Florida.
- Jiménez, W. (2004). Diferencias de acceso a la educación primaria según condición étnica en Bolivia. *Etnicidad, raza, género y educación en América Latina*, 409.
- Joma, S. (14 de Agosto de 2010). Poca inversión en infraestructura escolar. *El Diario de Hoy*.
- Juárez Sánchez, A. E. (2007). Realidad virtual en arquitectura. *Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto*, 45-47.
- Kähkönen, K. (2013). Editorial: Virtual reality technology in architecture and construction. *Journal of information technology in construction.*, 101-103.
-

- Klopfer, E., Osterweil, S., Grof, J., & Haas, J. (2009). *The instructional power of digital games, social networking, simulations and how teachers can leverage them*. Massachusetts: MIT.
- Krueger, M. (1991). *International Conference on Artificial Reality and Telexistence paper archives*. Recuperado el Febrero de 2013, de What should you wear to an Artificial Reality?: <http://www.ic-at.org/papers/91051.pdf>
- Lara, E. (2008). El Salvador a trece años de políticas de ajuste y estabilización. *Teoría y Praxis*, 1-23.
- Larrañaga, O. (1997). Educación y superación de la pobreza en América Latina y el Caribe. En PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Lewis, R. K. (2001). *¿Así que quieres ser arquitecto?* México: Limusa.
- Ley General de la Infraestructura Física Educativa. (19 de Enero de 2010). *Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa*. Recuperado el 2013, de <http://www.inifed.gob.mx>
- Lizárraga Zamora, K. (2005). *Educación Técnica en Bolivia: Efectos sobre los ingresos*. La Paz, Bolivia: Análisis Económico, Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE).
- López Ortega, A., & Farfán Flores, P. (2010). El Enfoque por Competencias en la Educación. *10° Congreso Internacional: retos y expectativas de la Universidad*. (págs. 434-438). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- López Rayón Parra, A. E., Escalera Escajeda, S., & Ledesma Saucedo, R. (2002). Ambientes virtuales de aprendizaje. *Ambientes virtuales de aprendizaje*, (págs. 1-12). México.
- Majo, J. (2000). *Nuevas Tecnologías y Educación*. Recuperado el 2013, de Universitat Oberta de Catalunya: http://www.uoc.edu/web/esp/articles/joan_majo.html
- Mars, A., & Aunión, J. A. (25 de Abril de 2010). La educación no es gasto, es inversión. *El País*.
- Martín-Laborda, R. (2005). *Las nuevas tecnologías en la educación*. Madrid: AUNA.
- Martín-Laborda, R. (2005). *Las nuevas tecnologías en la educación*. Madrid: Fundación AUNA.
- Mazuryk, T., & Gervautz, M. (1999). *Virtual Reality: History, Applications, Technology and Future*. Viena: Vienna University of Technology.
- Mcgreevy, M. (1984). *The virtual environment display system*. NASA Ames Research Center.
- Méndez Barceló, A., Rivas Diéguez, A., & del Toro Borrego, M. (2007). *Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje*. Las Tunas, Cuba: Universitaria.
- Méndez Martínez, J. (2006). *Diseño instruccional y desarrollo de proyectos de educación a distancia*. Distrito Federal: Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, UNAM.
-

- Méndez Martínez, J. (2006). Diseño instruccional y desarrollo de proyectos de educación a distancia. *Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia*.
- Merino, M. (2013). *Ventajas y limitaciones de la educación a distancia*. Obtenido de Coordinación de Estudios de Posgrado:
www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_omnia/Esp_15/05.pdf
- Microsoft Windows. (2013). *Windows*. Recuperado el Mayo de 2013, de Requisitos del sistema de Windows 8.: <http://windows.microsoft.com/>
- Ministerio de Economía. (2012). *Ministerio de Economía*. Recuperado el Mayo de 2013, de Censos Poblacionales: <http://www.censos.gob.sv/>
- Mirams, S. (2011). Situated among the gum trees: The Blackburn open-air schools. *The Journal of Public Record Office*(10).
- Monreal Gimeno, M. d. (2006). *Las guías docentes como instrumento de innovación en la enseñanza superior en el marco de la convergencia europea*. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide.
- Morales Ramírez, J. D. (2012). Apuntes de clase "Sistemas Pasivos de Climatización". México.
- Morduchowicz, A., & Duro, L. (2007). *La inversión educativa en América Latina y el Caribe. Las demandas de financiamiento y asignación de recursos*. Buenos Aires: CEPAL.
- Morillón Gálvez, D. (2004). *Atlas del Bioclima de México*. Distrito Federal: Instituto de Ingeniería .
- Muntañola, J. (Mayo-Agosto de 2004). Arquitectura, educación y dialogía social. *Revista Española de Pedagogía*(228), 221-228.
- Nalbant, G., & Bostan, B. (2010). Interaction in Virtual Reality. *7th International Symposium of Interactive Media Design*, 1-3.
- Naranjo Ornedo, V. (2009). *La realidad virtual al servicio del bienestar social*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- National Focus Group on educational technology. (2006). *Position Paper*. New Delhi: National Council of Educational Research and Training.
- National Security Agency. (2011). *Virtual Reality*. National Security Agency.
- Navarro Martínez, V., Organvidez Yanes, L., Cañas Fuentes, T., Parrilla Cubiella, S., & Parejo Farnés, A. (2012). Playgrounds en el siglo xxi. Una reflexión sobre los espacios de juego en la infancia. *ARQUITECTURA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD. Forum internacional de tesis doctorales*, (págs. 1-2).
-

- OCDE/CEPAL. (2011). *Perspectivas económicas de América Latina 2012: Transformación del estado para el desarrollo*. OECD Publishing.
- Oficina comercial de Chile en El Salvador. (2013). *Estudio de mercado de servicios de animación en El Salvador*. San Salvador.
- Oficina de Planeación del Área Metropolitana de San Salvador. (1996). *Reglamento a la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) y de los municipios aledaños*. San Salvador: Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador (COAMSS).
- Olgay, V. (1963). *Design with climate*. Princeton: Princeton University Press.
- Organización Internacional del Trabajo. (5 de Marzo de 2013). *Organización Internacional del Trabajo*. Recuperado el Abril de 2013, de Sala de Prensa, Región America Latina: <http://www.ilo.org/>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos. (1961). *Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos*. Obtenido de Mejores Políticas para una vida mejor: <http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- Osakue, E. (2009). *CAD systems*. Obtenido de Fedohills: <http://fedohills.net/academics/>
- Otálora Sevilla, Y. (2010). *Diseño de espacios educativos significativos para el desarrollo de competencias en la infancia*. Colombia: Universidad del Valle.
- Patiño Rodríguez, M. d. (1996). *El modelo de la escuela politécnica cubana: una realidad*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Pérez Martínez, F. J. (2011). Presente y futuro de la tecnología de la realidad virtual. *Creatividad, TICs y Sociedad de la información*.
- Pliego Martínez, R. (2011). *Enseñanza situada y conocimiento virtual (La Arquitectura frente a un nuevo diálogo en evolución)*. Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Polio, F. (25 de Abril de 2008). MINED habilitará más aulas informáticas en 2008. *ComUnica*(4).
- Portalés Ricart, C. (2008). *Entornos multimedia de realidad aumentada en el campo del arte*. Valencia: Universitat Politecnica de Valencia.
- Ramírez Potes, F. (Mayo-Agosto de 2009). Arquitectura y Pedagogía en el desarrollo de la Arquitectura Moderna. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(54), 31-65.
- Real Academia de la Lengua Española. (2001). *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española* (22ava ed., Vol. I). Barcelona: Espasa-Calpe.
-

- Reuniones Regionales de Mecanismos Internacionales de Asistencia Humanitaria en América Latina y el Caribe. (2011). *Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe*. Recuperado el 2013, de <http://www.sela.org>
- Reyes Núñez, N. Y., García Sanchez, F. M., & Velásquez Leiva, D. M. (2010). *Evaluación de políticas de inserción laboral y su impacto en los jóvenes*. San Salvador: Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.
- Rodríguez Gómez, G. L. (2006). *El e-learning como medio educativo*. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.
- Rodríguez, A. L. (2004). *El Sistema de Educación Superior en El Salvador*. San Salvador: Ministerio de Educación.
- Ruiz Tarrago, F. (2008). Por una transformación del diseño escolar. *Escuela*, 30.
- Saad, E. (2009). *Acústica Arquitectónica*. Distrito Federal: Particular.
- Salinas, J. (2009). Nuevas modalidades de formación: Entre los entornos virtuales institucionales y los personales de aprendizaje. *V Congreso Internacional de Formación para el trabajo*. Granada.
- Salinas, M. I. (2011). *Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela; tipos, modelo didáctico y rol del docente*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica de Argentina: <http://www.uca.edu.ar>
- Sanchez Riera, A. (2013). *Evaluación de la tecnología de realidad aumentada móvil en entornos educativos del ámbito de la Arquitectura y la Edificación*. Barcelona: Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (EPSEB).
- Saravia Gallardo, M. A. (2008). Recursos humanos en el siglo XXI: Gestión de competencias laborales desde un modelo práctico. *Primer Congreso Mundial de Gestión de Competencias*. Bogotá: COMCOM07.
- Sarmiento, D. (1849). *De la educación popular*. (Vol. 11). Buenos Aires.
- Schwartzman, S. (2001). El futuro de la Educación en América Latina y el Caribe. *Séptima Reunión del Comité Regional Intergubernamental del Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe*.
- SENA. (2013). *Servicio Nacional de Aprendizaje*. Obtenido de <http://www.sena.edu.co/>
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales. (Abril de 2012). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de www.snet.gob.sv
- Solari, A., & Germán, M. (2004). Un desafío hacia el futuro: educación a distancia, nuevas tecnologías y docencia universitaria. Argentina: Latineduca2004.
-

- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42, 73-93.
- Strangman, N., & Hall, T. (2003). Virtual Reality/Computer Simulations. *U.S. Department of Education, Office of Special Education Programs*, 2-3.
- Subdirección de Asuntos Nacionales. (2012). *Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento en México*. Obtenido de La certificación de competencias laborales en México y en el sector hídrico: <http://www.aneas.com.mx/>
- Sutherland, I. (1965). *Virtual reality applications center & human computer interaction program*. Recuperado el Febrero de 2013, de The ultimate display: <http://projects.vrac.iastate.edu>
- Sutherland, I. (2003). *Sketchpad: A man-machine graphical communication system*. Cambridge, Reino Unido: University of Cambridge.
- Szokolay, S. (1984). Passive and low energy for thermal and visual comfort. *Proceedings of the international conference on passive and low energy*. PLEA.
- T-immersion. (2013). *Total immersion*. Recuperado el Mayo de 2013, de What is augmented reality?: <http://www.t-immersion.com/>
- Toranzo, V. (2007). *¿Pedagogía vs Arquitectura? Los espacios diseñados para el movimiento*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de San Andrés.
- Torrano, V. (2007). *¿Pedagogía y Arquitectura? Los espacios diseñados para el movimiento*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de San Andrés.
- Torres, C. A. (2004). *Grandezas y miserias de la educación latinoamericana del siglo veinte*. California: Centro de Estudios Latinoamericanos.
- Transparencia Activa. (2011). *Transparencia Activa*. Obtenido de Instituto de Acceso a la Información: <http://www.transparenciaactiva.gob.sv/nacional/social/2012/inversion-en-infraestructura-escolar-subio-65/>
- U.S. Congress, Office of Technology Assessments. (1994). *Virtual Reality and Technologies for Combat Simulation*. Washington, DC.: Government Printing Office.
- United States Agency for International Development. (2012). *USAID*. Recuperado el Mayo de 2013, de from the american people: <http://www.usaid.gov/>
- University of Western Sidney. (2013). *Fundamentals of blended learning*. Sidney: Designing for learning.
- Valle Silva, N. (2004). *Cambios sociales y estratificación en el Brasil contemporáneo (1945 – 1999)*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
-

- Vásquez, E., Mennechey, V., & Nascimento, L. (2010). *La educación en Brasil*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, Facultad de Humanidades y Educación, Escuela de Educación.
- Vélez Jahn, G. (1999). MUSEOS VIRTUALES- Presente y Futuro. *Primera conferencia venezolana sobre aplicación de computadoras en arquitectura*, 145-152.
- Vélez Jahn, G. (2000). Congreso Virtual en Arquitectura - Experiencias y Vivencias. *SIGRAFI*.
- Vera Ocete, G., Ortega Carrillo, J. A., & Burgos Gonzáles, M. Á. (Diciembre de 2003). La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. *Etica Net*, II(2), 1-17.
- Whitehouse, D., & Frith, K. (2009). *Designing learning spaces that work: a case for the importance of history*. Swinburne University.
- Whyte, J. (2013). Industrial applications of virtual reality in architecture and construction. *Journal of information technology in construction*, 43-50.
- Williams, P., Schrum, L., Sangrá, A., & Guàrdia, L. (2006). *Modelos de diseño instruccional: fundamentos del diseño técnico-pedagógico en e-learning*. Barcelona: Universidad Oberta de Catalunya.
- Winthrop, R., & Smith, M. S. (2012). *A new face in education: bringing technology into the classroom in the developing world*. Washington D.C.: Brookings Institution.
-