

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD Y DISEÑO DEL PROCESO DE  
IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE BIGBLUEBUTTON  
PARA LOS PROGRAMAS DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN EMPRESARIAL DEL  
IPRED**



Universidad  
Industrial de  
Santander



**DANIEL FERNANDO SANTOS DIAZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA  
BUCARAMANGA**

**2013**

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD Y DISEÑO DEL PROCESO DE  
IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE BIGBLUEBUTTON  
PARA LOS PROGRAMAS DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN EMPRESARIAL DEL  
IPRED**

**DANIEL FERNANDO SANTOS DIAZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero de Sistemas**

**Director**

**PH.D(C) LOLA XIOMARA BAUTISTA ROZO**

**Docente y directora del grupo de investigación GIIIB.**

**Co-Director**

**ING. MARTHA ISABEL HERNANDEZ SUAREZ**

**Docente y coordinadora de virtualización de los programas de Tecnología y  
Gestión Empresarial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA  
BUCARAMANGA**

**2013**

## **DEDICATORIA**

A mis padres quienes con esfuerzo, paciencia y dedicación me apoyaron en la realización de mis metas académicas y personales.

A mi hermano Ricardo por acompañarme incondicionalmente durante tantos años y compartir tantas metas conmigo.

A mi hermanita Angélica por brindarme cada día la oportunidad de ser niño otra vez y disfrutar de juegos y risas.

A Adriana por llenar mi vida de amor y felicidad dándome así la fuerza para continuar en los momentos más difíciles.

Al profesor Alfonso Mendoza Castellanos por brindarme la oportunidad que me ayudó a encontrar el camino para la realización de este proyecto.

A mis amigos quienes con su apoyo y compañía que hicieron de mi paso por la universidad una gran experiencia de vida.

A todos los profesores que entregan con dedicación su conocimiento y su tiempo para que alcancemos nuestra formación profesional y forjemos un mejor futuro para nuestro país.

**Daniel Fernando Santos Díaz**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis más sinceros agradecimientos:

A la profesora Lola Bautista, por sus aportes a la construcción de este proyecto y por haberme apoyado a mí y a otros estudiantes en diferentes iniciativas en los últimos años.

A la ingeniera Martha Hernández, por haberme brindado la oportunidad de ser parte del equipo de tecnologías de información del IPRED y por su apoyo en el desarrollo de mis labores.

A la ingeniera Margarita Rodríguez, por brindarme a mí y a otros estudiantes la oportunidad de expresar nuestras ideas y por brindarnos los espacios y los recursos para ponerlas en marcha.

Al grupo de investigación en ingeniería biomédica quien fue un apoyo en las etapas más tempranas del desarrollo de este proyecto.

Por ultimo a todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron conmigo para la consecución de este logro.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>16</b>
<b>1. ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1. PASOS DE LA ACTIVIDAD DE PREPARACIÓN</b> .....	<b>19</b>
1.1.1. Como se originó la actividad .....	19
1.1.1.1. Preparación Preliminar.....	20
1.1.1.1.1. Logical Framework Approach .....	21
1.1.1.1.2. Estudio de Pre-Factibilidad .....	22
1.1.1.1.3. E-learning.....	26
1.1.1.1.4. Blended Learning.....	27
1.1.1.1.5. BigBlueButton .....	28
1.1.1.1.6. Quality of Experience en Ambientes Virtuales .....	32
1.1.1.1.7. Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual.....	43
1.1.2. Tareas de Preparación .....	45
1.1.2.1. Equipo y Misión.....	45
1.1.2.2. Aspectos Clave del Método .....	48
<b>1.2. ANÁLISIS</b> .....	<b>49</b>
1.2.1. Limitaciones y Problemas de Desarrollo .....	49
1.2.1.1. Contexto de Desarrollo Existente.....	50
1.2.1.1.1. Principales Hallazgos en el Análisis Inicial de Necesidades de Videoconferencia. ....	50
1.2.1.1.2. Políticas y Estrategias del IPRED para Lidar con el Problema .....	51
1.2.1.1.3. Lugares de Actividad.....	52
1.2.1.1.4. Instituciones Clave y sus Roles .....	53
1.2.1.1.5. Problemas técnicos principales.....	54
1.2.1.1.6. Principales Problemas Económicos y Financieros.....	60
1.2.1.1.7. Principales Problemas Ambientales.....	60

1.2.1.1.8. Principales Problemas Culturales y Sociales .....	61
1.2.2. Posibles Opciones.....	62
1.2.2.1. Posibles opciones a problemas técnicos principales .....	63
1.2.2.2. Posibles opciones a los problemas económicos y financieros .....	67
1.2.2.3. Posibles opciones a los problemas ambientales.....	68
1.2.2.4. Posibles opciones a los problemas culturales y sociales .....	71
<b>1.3. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD .....</b>	<b>73</b>
1.3.1. Presentación y análisis de los objetivos del proyecto.....	73
1.3.1.1. Objetivo general del proyecto.....	73
1.3.1.2. Consistencia del objetivo general con las estrategias del IPRED y de la UIS .....	73
1.3.1.3. Objetivos específicos del proyecto.....	75
1.3.2. Costo financiero probable de la actividad.....	75
<b>1.4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS .....</b>	<b>76</b>
1.4.1. Supuestos .....	76
1.4.2. Riesgos .....	77
<b>1.5. ANÁLISIS PRELIMINAR DE SOSTENIBILIDAD .....</b>	<b>82</b>
<b>1.6. FACTIBILIDAD PRÓXIMA A LA ETAPA DE DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>82</b>
1.6.1. Acciones complementarias.....	82
1.6.2. Experticia Requerida para la implementación de BigBlueButton.....	85
<b>2. DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>85</b>
<b>2.1. ASPECTOS GENERALES DE IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>85</b>
2.1.1. Aspectos tecnológicos.....	85
2.1.1.1. Hardware para la implementación.....	85
2.1.1.2. Sistema operativo .....	86
2.1.1.3. Modo de instalación .....	87
2.1.1.4. Versión de BigBlueButton .....	87
2.1.1.5. Back-End de BigBlueButton.....	87
2.1.1.6. Tipo de conexión.....	88

2.1.1.7. Vías de comunicación de voz.....	88
2.1.1.8. Backup de la plataforma .....	89
2.1.1.9. Control de concurrencia .....	89
2.1.1.10. Uso de documentos de office en la versión 2003.....	90
2.1.2. Aspectos organizacionales.....	90
2.1.2.1. Rol del personal administrativo del IPRED .....	90
2.1.2.2. Rol del tutor.....	91
2.1.2.3. Rol de los auxiliares en tecnologías de información del IPRED.....	91
2.1.2.4. Rol del administrador de servidores del IPRED .....	92
2.1.3. Aspectos pedagógicos .....	93
2.1.3.1. Preparación de contenidos para la videoconferencia.....	93
2.1.3.2. Curva de aprendizaje de BigBlueButton .....	93
<b>3. IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBA PILOTO Y ANALISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>93</b>
<b>3.1. METODOLOGÍA DE LA PRUEBA PILOTO .....</b>	<b>93</b>
3.1.1. Descripción de la actividad.....	94
3.1.2. Requerimientos para el desarrollo de la actividad.....	95
3.1.3. Guion de la actividad.....	96
<b>3.2. DISEÑO DE LA ENCUESTA PARA DETERMINAR LA QUALITY OF EXPERIENCE.....</b>	<b>97</b>
<b>3.3. CONSTRUCCIÓN DEL CUESTIONARIO.....</b>	<b>100</b>
<b>3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA PILOTO .....</b>	<b>101</b>
3.4.1. Análisis de encuestas.....	102
3.4.1.1. Análisis de Confiabilidad .....	102
3.4.1.2. Análisis de validez.....	105
3.4.2. Análisis de la Quality of Experience de los usuarios .....	107
<b>3.5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE LA PLATAFORMA .....</b>	<b>111</b>
<b>4. CONCLUSIONES, ACCIONES FUTURAS Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>112</b>
<b>4.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>112</b>
<b>4.2. ACCIONES FUTURAS .....</b>	<b>113</b>

<b>4.3. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>114</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>122</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Consumo de ancho de banda de usuarios en conferencia de audio.....	56
Tabla 2. Emisiones de dióxido de carbono en plantas de energía.....	61
Tabla 3. Perfil de uso de energía para una aplicación ejemplo.....	68
Tabla 4. Perfil de costo de uso de energía para una aplicación ejemplo (en USD).....	69
Tabla 5. Perfil de costo de uso de energía para una aplicación ejemplo (en libras de CO2).....	69
Tabla 6. Beneficios potenciales de la virtualización.....	70
Tabla 7. Coeficientes de Confiabilidad.....	103
Tabla 8. Promedio General de Condiciones Particulares.....	103
Tabla 9. Escala Likert Utilizada en la Encuesta.....	105
Tabla 10. Valoración Final de Condiciones Particulares.....	104
Tabla 11. Coeficiente de correlación de resultados de preguntas similares...	106

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de la Arquitectura.....	31
Figura 2. Metodología del Proyecto de Transformación de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual.....	45
Figura 3. Metodología de Desarrollo del Proyecto.....	49

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Características Principales de BBB.....	123
Anexo B. Presentación BBB.....	124
Anexo C. Análisis de Respuestas.....	125
Anexo D. Logs de BigBlueButton.....	126
Anexo E. Resumen Ejecutivo.....	127
Anexo F. Guión de la Tutoría.....	128
Anexo G. Resumen de peticiones formales.....	129
Anexo H. Dimensiones del Proyecto de Transformación.....	130
Anexo I. Misión y Visión del IPRED.....	131
Anexo J. Infraestructura Tecnológica de la UIS.....	132
Anexo K. Cuestionario Aplicado en la Prueba Piloto.....	133
Anexo L. Presupuesto probable de la actividad.....	134
Anexo M. Consistencia del objetivo general el Proyecto de Transformación..	135
Anexo N. Factores de impacto sobre la sostenibilidad.....	136
Anexo O. Información útil para la implementación de BigBlueButton.....	137

## RESUMEN

**TITULO:** ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD Y DISEÑO DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE BIGBLUEBUTTON PARA LOS PROGRAMAS DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN EMPRESARIAL DEL INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA\*.

**AUTOR:**

SANTOS DIAZ, Daniel Fernando\*\*.

**PALABRAS CLAVE:**

BLENDED LEARNING, ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE, BIGBLUEBUTTON, TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN, WEB CONFERENCING, QUALITY OF EXPERIENCE.

**DESCRIPCIÓN:**

Por medio de este trabajo de grado se logró la implementación del servicio de Web Conferencing de código libre BigBlueButton para los programas de Tecnología y Gestión Empresarial del Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia de la Universidad Industrial de Santander. Mediante un estudio de pre-factibilidad basado en la metodología Logical Framework Approach de diseño de actividades se generó la documentación que permitió a la dirección de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial y al desarrollador del proyecto identificar los requerimientos tecnológicos, económicos y humanos necesarios para realizar el diseño de la implementación de la herramienta y una prueba piloto , teniendo en cuenta el cumplimiento de los lineamientos expuestos en el Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual financiado por el Ministerio de Educación Nacional. Durante la prueba piloto se realizó un análisis de Quality of Experience de los usuarios que permitió corroborar los beneficios de BigBlueButton que fueron identificados durante la etapa de análisis de pre-factibilidad, brindando un buen panorama para la implementación de esta herramienta en un ambiente productivo ya que se garantiza un alto porcentaje de aceptación de la herramienta por parte de la población objetivo.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de ingeniería de Sistemas e Informática. Director: Lola Xiomara Bautista Roza. Codirector: Martha Isabel Hernández Suarez.

## SUMMARY

**TITLE:** PRE-FEASIBILITY STUDY AND DESIGN OF THE PROCESS OF IMPLEMENTATION OF THE SOFTWARE TOOL BIGBLUEBUTTON FOR THE PROGRAMS OF MANAGEMENT TECHNOLOGY AND BUSSINESS MANAGEMENT OF THE INSTITUTE OF REGIONAL PROJECTION AND DISTANCE EDUCATION\*.

**AUTHORS:**

SANTOS DIAZ, Daniel Fernando\*\*.

**KEYWORDS:**

BLENDED LEARNING, VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT, BIGBLUEBUTTON, INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY, WEB CONFERENCING, QUALITY OF EXPERIENCE.

**DESCRIPTION:**

Through this degree work was achieved the implementation of a free code Web Conferencing service called BigBlueButton for the programs of Technology and Business Management of the Institute of Regional Projection and Distance Education of the Industrial University if Santander. Using a pre-feasibility study based on the Logical Framework Approach methodology of activity design documentation was generated that allowed to the direction of the Technology and Business Management programs and the developer identify the necessary technological, economical and human requirements to perform the design of the implementation of a pilot test, taking into account compliance with the guidelines outlined in the Project for the Transformation of Business Technology Program from the Distance Modality to the Virtual Modality funded by the Ministry of Education. During the pilot test was conducted an analysis of the Quality of Experience of the users that corroborated the benefits of BigBlueButton that were identified during the stage of pre-feasibility analysis, providing a good overview for the implementation of this tool in a production environment whereas guarantees a high rate of acceptance of the tool by the target population.

---

\* Degree Project

\*\* Faculty of Physical – mechanical engineering. School of Systems engineering and Informatics. Director: Lola Xiomara Bautista Rozo. Co-Director: Martha Isabel Hernández Suarez.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de Transformación de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual presentado al Ministerio de Educación Nacional impulsó la inclusión de Tecnologías de Información y Comunicación en el Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia de la Universidad Industrial de Santander en búsqueda del cumplimiento de su misión y visión, contribuyendo a la disminución de las dificultades asociadas a las barreras geográficas, permitiendo a habitantes a lo largo y ancho del departamento desarrollarse como profesionales, fomentando así el crecimiento de la región.

De la experiencia del autor como auxiliar administrativo del área de sistemas de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial se identifica la oportunidad de dar un paso adelante en la utilización de TICs haciendo uso de la herramienta BigBlueButton, en búsqueda de la eliminación sustancial de costos asociados a desplazamiento por parte de tutores, estudiantes y personal administrativo, sin impactar de manera negativa la calidad de los programas académicos.

Este trabajo de grado se plantea como un proyecto de cuatro etapas:

### **1. Estudio de Pre-Factibilidad:**

El estudio de pre-factibilidad se utiliza como una herramienta que permite definir la viabilidad del proyecto a la coordinación de programa, determinar los recursos organizacionales, tecnológicos y pedagógicos, y generar un marco conceptual sólido para el diseño de proceso de implementación que tenga en cuenta propiedades como escalabilidad y confiabilidad de la plataforma.

El estudio de pre-factibilidad se desarrolló bajo la metodología de diseño de actividad “Logical Framework Approach (LFA)” que está basada en un análisis sistemático de la situación del desarrollo, de los principales problemas de desarrollo y de las opciones para abordar estos problemas.

## **2. Diseño de Implementación:**

El diseño de implementación se realiza a partir de la información recolectada en el estudio de pre-factibilidad, asegurando una utilización eficiente de los recursos del IPRED y el cumplimiento de los lineamientos planteados en las dimensiones Pedagógica y Comunicativa, Tecnológica, y Organizacional, expuestos en el Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual financiado por el Ministerio de Educación Nacional en el marco del Proyecto de Transformación de Programas Presenciales o a Distancia a Programas Virtuales.

En esta etapa se especifican aspectos técnicos para la puesta en marcha de la herramienta. Dichos aspectos se definen basados en la experimentación con diferentes tipos de montaje, buscando una configuración que brinde estabilidad y que se ajuste a los recursos tecnológicos disponibles.

## **3. Implementación de Prueba Piloto y Análisis de Resultados:**

La prueba piloto se realiza sobre el montaje especificado en la etapa de diseño, contando con la participación de tutores, estudiantes y algunos miembros del personal administrativo de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial. El objetivo de las pruebas es identificar restricciones tecnológicas y/o metodológicas que no hayan sido contempladas en el estudio de pre-factibilidad.

En esta prueba también se pretende determinar el impacto que tiene la sensación de presencia en los entornos virtuales y cómo esto influye en el *Quality of Experience* de los participantes. Al terminar la prueba piloto se analizó la información recolectada durante el proceso.

## **4. Conclusiones, Determinación de Acciones Futuras y Recomendaciones:**

A partir de los resultados obtenidos en la prueba piloto se definieron las conclusiones del proyecto y se mencionaron futuras aplicaciones de BigBlueButton basadas en el estudio. También se incluyeron recomendaciones y factores a tener en cuenta para futuros desarrollos.

## **1. ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD**

### **1.1. PASOS DE LA ACTIVIDAD DE PREPARACIÓN**

#### **1.1.1. Como se originó la actividad**

La propuesta surge a partir de la experiencia de trabajo del autor como auxiliar administrativo adjunto al área de sistemas para los programas de Tecnología y Gestión Empresarial del Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) en los años 2011 y 2012. Durante su estadía como auxiliar el autor tuvo la oportunidad de participar en proyectos de desarrollo web, diseño de cursos virtuales para la plataforma Moodle del instituto y apoyo a cursos de inducción a la plataforma para estudiantes de primer nivel de distintas sedes del departamento haciendo usos de los equipos de videoconferencia que se encuentran a disposición de la comunidad universitaria en el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC).

Durante el año 2011 en el mes de mayo el departamento de Santander sufrió una fuerte ola invernal que tuvo como resultado la destrucción parcial y total de algunos tramos de las vías que comunicaban a los distintos municipios con la capital del departamento. Es por esto que muchos de los tutores que residen en Bucaramanga vieron imposibilitados sus desplazamientos a otros municipios, lo que entorpeció el desarrollo normal de las actividades académicas. En busca de una solución el instituto hizo uso de las cuatro salas de videoconferencia que ubicadas en el CENTIC para tratar de suplir las tutorías que se vieron afectadas por los problemas de desplazamiento, pero se tenía la restricción de que dichas salas sólo podían atender una tutoría a la vez y además que estos recursos se encuentran disponibles para el uso de toda la comunidad universitaria, por lo que tener acceso a las estos recursos no fue posible en todos los casos en los que era necesario. En algunos casos se intentó desarrollar tutorías por medio de la herramienta Skype [1], pero debido a que es una herramienta privativa, cuenta con limitaciones que en la mayoría de los casos no permiten que los estudiantes

obtengan la información de manera correcta.

Teniendo en cuenta lo anterior el autor identificó la necesidad de un servicio que permitiera a los programas de Tecnología y Gestión Empresarial realizar conferencias de audio, video y diapositivas, supliendo así la demanda sin depender de la disponibilidad de recursos en el CENTIC. Es así que el autor inicia la búsqueda de una herramienta preferiblemente de código libre que cuente con las características descritas anteriormente, y utiliza como herramienta de decisión un artículo publicado en 2011 llamado “*Exploiting Web Conferencing to Support Collaborative Learning*” [2], en donde se discute acerca de Web Conferencing [2], cuáles son las plataformas más importantes y se realiza una evaluación de Adobe Connect Pro [2] una herramienta privativa y BigBlueButton [2] una herramienta de código libre. Apoyado en este estudio y en la documentación hallada en la web acerca de estas dos plataformas, el autor se inclina por la herramienta de código libre BigBlueButton, debido a que no posee costos de licenciamiento, tiene una amplia documentación y una creciente comunidad de usuarios y desarrolladores, que la han hecho una herramienta escalable, flexible y con una curva de aprendizaje considerablemente rápida.

#### **1.1.1.1. Preparación Preliminar**

La primera actividad de preparación del proyecto fue buscar una metodología que permitiera asegurar una base de conocimiento sólida para el desarrollo de la etapa de diseño de implementación y diseño de las pruebas piloto, permitiendo aprovechar de manera eficiente los recursos de los que dispone el IPRED y construir el proyecto según los lineamientos definidos en el Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual [3]. Es por esto que el autor decide utilizar el estudio de pre-factibilidad como herramienta para la construcción del marco conceptual necesario para el desarrollo del proyecto. El estudio de pre-factibilidad utiliza la metodología *Logical Framework Approach*, que es “una metodología de diseño de actividades basada en un análisis sistemático de la situación de

*desarrollo, en particular los problemas de desarrollo clave y las opciones para abordar dichos problemas” [4], la cual es ampliamente reconocida a nivel mundial y exigida por numerosas organizaciones gubernamentales en procesos de solicitud de recursos para desarrollo de proyectos.*

Teniendo como base el estudio de pre-factibilidad se ve la necesidad de definir los campos sobre los cuales se recolectará documentación con el fin de formar la base de conocimiento para el desarrollo de las subsecuentes etapas de diseño. Los campos de conocimientos definidos para el desarrollo del estudio de pre-factibilidad son: Logical Framework Approach, Estudio de Pre-factibilidad, e-Learning, Blended Learning, Web Conferencing, BigBlueButton, Quality of Experience (QoE) en Ambientes Virtuales y Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual.

#### **1.1.1.1.1. Logical Framework Approach**

Logical Framework Approach es una metodología desarrollada por la Oficina de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) en el año de 1969 por Leon J. Rosenberg. Esta metodología ha sido utilizada por grandes organizaciones donantes bilaterales y multilaterales como: SIDA<sup>1</sup>, GIZ<sup>2</sup>, AECID<sup>3</sup>, NORAD<sup>4</sup>, DFID<sup>5</sup>, UNDP<sup>6</sup>, EC<sup>7</sup>, AusAID<sup>8</sup> y el Banco Inter-Americano de Desarrollo entre otras.

“LFA es un instrumento de planeación de proyectos orientado a objetivos. El método también puede ser utilizado para análisis, valoración, seguimiento y evaluación de proyectos. La manera en la que se utilice el método depende del rol de los usuarios y de sus necesidades.” [5] Para destacar la necesidad que cubre la

---

<sup>1</sup> SIDA: Swedish International Development Cooperation Agency

<sup>2</sup> GIZ: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

<sup>3</sup> AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional

<sup>4</sup> NORAD: Norwegian Agency for Development Cooperation

<sup>5</sup> DFID: United Kingdom Department for International Development

<sup>6</sup> UNDP: United Nations Development Programme

<sup>7</sup> EC: European Commission

<sup>8</sup> AusAID: Australian Government Overseas Aid Program

metodología LFA en función del rol podríamos decir que una agencia internacional la utilizaría para valorar, hacer seguimiento y evaluar proyectos y programas, mientras que la parte que implementa la usaría para planear, implementar y hacer seguimiento a proyectos y programas.

Teniendo en cuenta lo anterior podemos decir que LFA es: [5]

- Un instrumento para el análisis lógico y pensamiento estructurado en planeación de proyectos.
- Un marco de trabajo, un arreglo de preguntas que si se usan de forma uniforme proveen una estructura para el dialogo entre las diferentes partes interesadas en un proyecto.
- Un instrumento de planificación que abarca los diferentes elementos en un proceso de cambio (problemas, objetivos, stakeholders<sup>9</sup>, plan de implementación, etc...).
- Un instrumento para crear participación, accountability<sup>10</sup> y apropiamiento.
- Sentido común.

Anteriormente se mencionó que la metodología LFA es un instrumento de planeación de proyectos orientado a objetivos, esto significa que el punto de partida en la planeación de procesos es el análisis de problemas que eventualmente conducirá a la especificación de objetivos y finalmente hará posible escoger las actividades u opciones más relevantes para el proyecto. Es por esto que antes de realizar un plan de actividades se hace necesario realizar un análisis de los problemas y de los objetivos del proyecto.

#### **1.1.1.1.2. Estudio de Pre-Factibilidad**

##### **Propósito**

Un estudio de pre-factibilidad es una herramienta basada en la metodología LFA

---

<sup>9</sup> Stakeholders: Partes Interesadas

<sup>10</sup> Accountability: Rendición de cuentas

que como se mencionó anteriormente, permite la construcción de un diseño de implementación a partir de información suficiente y estructurada. El fin del estudio de pre-factibilidad es permitir a la dirección de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial y al autor, crear un diseño de implementación ajustado a las necesidades, recursos y lineamientos del instituto, cumpliendo a cabalidad con los objetivos planteados para el proyecto.

*“Como lo indica su nombre un estudio de pre-factibilidad es el precursor del estudio de factibilidad y diseño. Su propósito principal es asegurar que existe una base sólida para desarrollar un estudio de factibilidad y diseño”. [4]*

### **Formas de desarrollar el estudio**

Existen dos formas de utilizar un estudio de pre-factibilidad:

1. El uso más común que se le da al estudio de pre-factibilidad es como un primer paso en la preparación de actividades después de que la actividad de identificación se ha completado. Esto es después de que se ha tomado una decisión sobre una opción (u opciones) en particular avanzando a la preparación de un diseño para la implementación.
2. La segunda forma de utilizar un estudio de pre-factibilidad es como una parte de la identificación de actividades. Esto ocurre cuando ya se conoce suficiente acerca de la situación de desarrollo como para permitir una misión de identificación que lleve su análisis y reporte a través del nivel de estándar de estudio de pre-factibilidad. En este caso el estudio de pre-factibilidad: [4]
  - Lleva a cabo el análisis básico y el trabajo de desarrollo de la opción de una misión de identificación.
  - Para un número de opciones seleccionadas, se encarga de la recopilación de información, análisis de diseño y descripción de actividades para la etapa de pre-factibilidad.

De estas dos formas de trabajo de estudio de pre-factibilidad se decide trabajar con el primer esquema debido a que por medio de la documentación consultada en etapas preliminares a la formulación del proyecto, el autor y la coordinación de programas deciden que la herramienta BigBlueButton es la más adecuada para la implementación por que no conlleva a costos de licenciamiento dada su condición de software libre y porque cumple con características como escalabilidad, gran comunidad de desarrollo, rápida curva de aprendizaje y compatibilidad con el LMS<sup>11</sup> Moodle, que desde el primer momento se definieron como factores importantes para el alineamiento del proyecto con los factores planteados en el Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual. [3]

### **Tareas Principales**

El estudio de pre-factibilidad conlleva tareas específicas que deben ser definidas en términos de referencia claros. En términos generales las tareas principales de un estudio de pre-factibilidad podrían ser las siguientes: [4]

- Realizar un análisis de la situación de desarrollo y de las limitaciones que enfrentará, basados en la recolección de datos objetivos.
- Identificar políticas de la organización, programas y actividades diseñadas para abordar las limitaciones.
- Identificar y definir los vínculos entre la actividad y la reducción de la pobreza teniendo en cuenta los resultados de un análisis de pobreza, que en el caso de este estudio hace referencia a la disponibilidad de recursos que tiene la población para desarrollar sus estudios en la modalidad virtual.
- Definir las posibles opciones de diseño o conceptos, incluyendo las diferentes formas de ayuda que merezcan ser analizadas.
- Realizar una evaluación preliminar de la viabilidad de los enfoques alternativos, para contrastar y comparar su probable viabilidad y beneficios.

---

<sup>11</sup> LMS: Learning Management System

- Realizar una identificación preliminar de los posibles riesgos para la viabilidad y beneficios (incluyendo los riesgos para la sostenibilidad) y evaluar la importancia de estos riesgos.
- Definir los resultados alcanzables para la actividad, y preparar (o perfeccionar) una propuesta de actividad (o propuestas), incluyendo una matriz de marco lógico (o matrices), si es apropiado.
- Preparar los términos de referencia para el diseño de acciones futuras (posiblemente un estudio de diseño de viabilidad), en caso de que el diseño de acciones futuras se considere justificado.

El desarrollo de una u otra tarea en el proceso de construcción del análisis de pre-factibilidad dependen de las condiciones del proyecto, lo que hace posible prescindir del desarrollo de alguna de ellas en caso de que no haga parte de la realidad del mismo o que se considere innecesario para la consecución de un diseño de implementación apropiado para el tipo de organización.

Dado lo anterior se considera que las tareas apropiadas para el desarrollo del estudio de pre-factibilidad de este proyecto son las siguientes:

- Realizar un análisis de la situación de desarrollo y de las limitaciones que enfrentara, basados en la recolección de datos objetivos.
- Identificar políticas de la organización, programas y actividades diseñadas para abordar las limitaciones.
- Realizar una identificación preliminar de los posibles riesgos para la viabilidad y beneficios (incluyendo los riesgos para la sostenibilidad) y evaluar la importancia de estos riesgos.
- Preparar los términos de referencia para el diseño de acciones futuras (posiblemente un estudio de diseño de viabilidad), en caso de que el diseño de acciones futuras se considere justificado.

Se decide prescindir del desarrollo de algunas tareas como la identificación del vínculo entre la actividad y la reducción de la pobreza debido a que a pesar de que

esto se encuentra implícito en el proyecto al estar brindando un apoyo a la educación a distancia siendo esta un motor para el emprendimiento y el desarrollo de la región, no es un objetivo principal del proyecto lograr esto. La tarea relacionada con la consecución de los fondos no se considera necesaria debido a que la fuente de financiación del proyecto ya se encuentra definida. Por último, no se considera necesario realizar un análisis amplio de los enfoques alternativos debido a que como se mencionó anteriormente el estudio de pre-factibilidad se desarrollará bajo el esquema más común en el cual se elabora como un primer paso en la preparación de actividades cuando ya se ha tomado una decisión sobre una opción en particular (BigBlueButton).

#### **1.1.1.1.3. E-learning**

El uso de la WWW (World Wide Web) [6] impulsó la utilización de la internet gracias a ser un medio de difusión y comunicación abierto, flexible y de tecnología muy simple, es por esto que en los últimos años se han desarrollado e implementado alternativas electrónicas a procesos comerciales, gubernamentales, sociales y educativos entre otros.

La educación a distancia ha encontrado en la Web un apoyo para el desarrollo de procesos formativos, debido a que permite eliminar las barreras temporales y geográficas, planteando un nuevo paradigma en la educación en el que los estudiantes pueden realizar su proceso educativo en el momento y en el lugar que lo requieren.

Al consultar la literatura acerca de E-Learning se encontró que se define de muchas formas dependiendo del enfoque del autor. Existen definiciones con un fuerte componente tecnológico que dejan a un lado el enfoque pedagógico, así como existen definiciones orientadas a la pedagogía que mencionan la tecnología como un apoyo al proceso de formación. Es por esto que el E-Learning presenta una innegable dualidad pedagógica y tecnológica. Según García Peñalvo existe una dimensión Pedagógica *“...En cuanto a que estos sistemas no deben ser meros contenedores de información digital, sino que ésta debe ser transmitida de*

*acuerdo a unos modelos y patrones pedagógicamente definidos para afrontar los retos de estos nuevos contextos” [7], y una Tecnológica “... En cuanto que todo el proceso de enseñanza-aprendizaje se sustenta en aplicaciones software, principalmente desarrolladas en ambientes web, lo que le vale a estos sistemas el sobrenombre de plataformas de formación” [7].*

En definitiva y desde una perspectiva basada en la experiencia García Peñalvo define el E-Learning como la *“capacitación no presencial que, a través de plataformas tecnológicas, posibilita y flexibiliza el acceso y el tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, adecuándolos a las habilidades, necesidades y disponibilidades de cada docente, además de garantizar ambientes de aprendizaje colaborativos mediante el uso de herramientas de comunicación síncrona y asíncrona, potenciando en suma el proceso de gestión basado en competencias” [7].*

En todas las definiciones que se encuentran en la literatura sobre E-Learning se hallan tres elementos que conforman el llamado triángulo del E-Learning que está conformado por la tecnología, los contenidos y los servicios. Al variar el nivel de importancia de cada uno de estos elementos se obtienen diferentes modelos de E-Learning.

#### **1.1.1.1.4. Blended Learning**

En la literatura se puede encontrar una gran variedad de definiciones de Blended Learning (o B-Learning), entre las cuales se identifican temáticas en común con algunas variaciones. Según Graham, Allen y Ure se puede hallar tres definiciones que son comúnmente mencionadas y estas son: [8]

- Combinación de modalidades de enseñanza (o entrega de medios) (Bersin&Associates, 2003; Orey 2002a, 2002b; Singh & Reed, 2001; Thomson, 2002) [8].

- Combinación de métodos de enseñanza (Driscoll, 2002; House, 2002; Rosett, 2002) [8].
- Combinación de instrucción en línea y cara a cara. (Reay, 2001; Rooney, 2003; Sands, 2002; Ward & LaBranche, 2003; Young 2002) [8].

Las dos primeras definiciones se basan en las influencias de los medios contra los métodos de enseñanza, pero tienen un problema fundamental ya que su definición es tan abierta que cualquier sistema de aprendizaje cabe dentro de ellas. La tercera definición es más precisa y nos muestra los componentes sobre los que se fundamenta el B-Learning.

A partir de lo anterior Graham construye la siguiente definición: “*Los sistemas de Blended Learning combinan enseñanza cara a cara con la enseñanza mediada por computador*” [8]. Esta definición brinda mayor claridad al concepto de Blended Learning y limita de manera precisa esta categoría.

Actualmente el B-Learning ha tomado gran fuerza sobre el E-Learning en instituciones de educación superior, negocios, gobierno y militares. Personas e instituciones que han experimentado con E-Learning argumentan que la falta de contacto humano y la dificultad para desarrollar actividades con altos niveles de complejidad los han llevado a explorar nuevas alternativas, dentro de las cuales se destaca el B-Learning.

Graham, Allen y Ure encontraron que existen tres razones por las cuales la gente prefiere trabajar con sistemas de B-Learning y estas son: [8]

- Pedagogía mejorada
- Mayor acceso y flexibilidad
- Mayor costo-efectividad

#### **1.1.1.1.5. BigBlueButton**

“*BigBlueButton es una plataforma de código abierto que está constituida por catorce componentes del mismo tipo, integrados para construir un sistema de Web*

*Conference que trabaja en equipos Mac, Unix y PC” [9]. Esta herramienta permite realizar presentaciones remotas con diapositivas, audio, video, chat y compartiendo escritorio.*

*“Actualmente el sistema se encuentra en la versión 0.8, que tiene como características destacadas la capacidad de grabar conferencias, realizar playback de las conferencias en HTML5 y latencia reducida en el audio”. [10]*

Adicional al uso de la plataforma en PC, Mac y Unix, se está desarrollando un *“cliente que permite a los usuarios acceder al sistema de Web Conference desde equipos que cuenten con Android” [11]. Este cliente se encuentra en la versión 0.4.2 beta y puede ser encontrado en el “Google Play Store” [12].*

Este sistema de Web Conference se encuentra en constante desarrollo y está apoyado por una comunidad de usuarios muy activa. BigBlueButton brinda funciones similares a las de la herramienta privativa Adobe Connect Pro a través de una interfaz gráfica muy amigable e intuitiva.

### **Componentes de BigBlueButton**

Los componentes que conforman BigBlueButton son los siguientes: [13]

- **Ubuntu:** es una distribución del sistema operativo Linux, enfocado en una GUI amigable para el usuario.
- **Flex SDK:** es un Framework altamente productivo de código abierto que permite construir y mantener aplicaciones web expresivas que se despliegan en todos los principales navegadores, escritorios y sistemas operativos.
- **Ghostscript:** es un intérprete de lenguaje Post Script y PDF.
- **Grails:** es un Framework de aplicación web de código abierto que aprovecha el lenguaje Groovy y complementa el desarrollo de Web Java.
- **ActiveMQ:** es un servicio de mensajería empresarial y proveedor de integración de patrones.
- **ImageMagick:** es un conjunto de herramientas diseñadas para ver, modificar y manipular imágenes en cerca de 70 diferentes formatos.

También permite crear imágenes dinámicamente, haciéndolas adecuadas para aplicaciones Web.

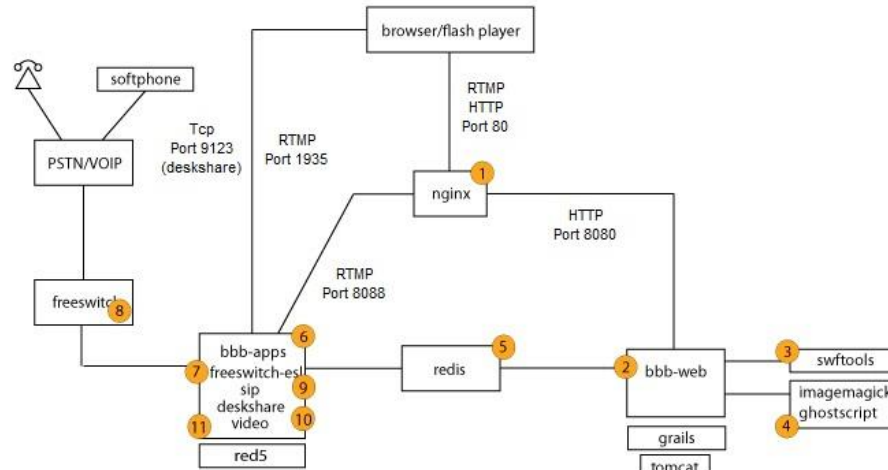
- **MySQL:** es un sistema de gestión de bases de datos relacionales, multihilo y multiusuario de código abierto.
- **Nginx:** es un servidor HTTP y servidor proxy de correo electrónico.
- **Red5:** es un servidor Flash de código abierto escrito en Java.
- **Swf Tools:** es una colección de utilidades para trabajar con archivos Adobe Flash (SWF).
- **Tomcat:** es una implementación de las tecnologías Java Servlet y JavaServerPages. Las especificaciones de Java Servlet y JavaServerPages son desarrolladas bajo la Java CommunityProcess.
- **Open Office:** es la suite de software de oficina de código abierto líder en procesadores de texto, hojas de cálculo, presentaciones, graficas, bases de datos y más.
- **FreeSWITCH:** es una plataforma de telefonía de código libre diseñada para facilitar la creación de conferencias de voz.
- **Redis:** es un motor de bases de datos en memoria de código libre, basado en el almacenamiento en tablas de hashes (llave, valor). Se refiere a menudo como un servidor de estructura de datos ya que sus llaves pueden contener strings, hashes, listas, conjuntos y conjuntos ordenados.
- **Popcorn.js:** es un framework de medios para HTML5 escrito en JavaScript, diseñado para cineastas, desarrolladores web y cualquiera que quiera crear medios interactivos basados en el tiempo para la web.

### **Descripción de la Arquitectura de BigBlueButton**

El siguiente diagrama muestra los componentes más importantes de BigBlueButton: [14]

Figura 1. Descripción de la Arquitectura

## BigBlueButton - Overview



Fuente: BigBlueButton.org, 2012

1. Nginx (“engine x”) proxysbbb-web y bbb-apps para soportar RTMPT (RTMP Tunneling) sirve al bbb-client.
2. Aplicación Grails que se encarga de la creación de conferencias y su programación. Además, se encarga de la función de Login y Logout de las conferencias.
3. Responsable de la conversión de presentaciones en PDF a Flash.
4. Responsable de convertir presentaciones en PDF a Flash en caso de que SWFTools no pueda convertirlo. También genera los Thumbnails.
5. Canal de comunicación de mensajes entre bbb-web y bbb-apps.
6. Aplicación Red5 responsable de sincronizar todos los participantes en la conferencia.

7. Está en espera de eventos (ingreso/salida, desactivar micrófono/activar micrófono, hablar) y emite comandos (silenciar/escuchar, expulsar usuario) a FreeSWITCH.
8. Servidor de conferencias de voz.
9. Una aplicación de voz que conecta con Asterisk.
10. Aplicación para compartir escritorio.
11. Aplicación para video conferencia.

Para conocer las características principales del cliente de BigBlueButton puede referirse al anexo 1.

#### **1.1.1.1.6. Quality of Experience en Ambientes Virtuales**

*“La QoE es la aceptabilidad global de una aplicación o servicio tal y como se percibe subjetivamente por el usuario final”* [15]. Un acercamiento holístico de la QoE asociada con entornos virtuales estudia su componente emocional, cognitiva y motivacional, para brindar información acerca de factores personales tales como el patrón motivacional, el grado de inmersión percibido en el ambiente, la relevancia de la actividad para las metas a corto y largo plazo del individuo.

Los investigadores en el área de la QoE en entornos virtuales utilizan herramientas para analizar la calidad de la experiencia virtual como:

- Experience Sampling Method (ESM)
- Flow Questionnaire (FQ)

Que buscan relacionar las experiencias subjetivas de las personas en el mundo real con las experiencias subjetivas al desarrollar tareas en un entorno virtual, para de esta forma medir la QoE a partir de similitudes en los estados emocionales, cognitivos y físicos. En resumen lo que busca es determinar la QoE a partir de la proximidad de las experiencias subjetivas en un entorno virtual con las del mundo real.

La experiencia subjetiva es una construcción ambigua que ha sido debatida desde el principio de la investigación psicológica. Una pregunta que se plantea en el campo de la experiencia subjetiva y que ayuda a entender un poco este concepto es: ¿Si existen millones de objetos en el orden exterior disponibles para mis sentidos, porque existen algunos que no entran apropiadamente a mi experiencia? Los investigadores han determinado que la causa de esto es porque solo pueden hacer parte de mi experiencia los objetos que tienen algún interés para mí. *“De esta forma se puede decir que mi experiencia es lo que yo estoy de acuerdo en poner atención. Solo los objetos que yo noto dan forma a mi mente (Sin el interés selectivo la experiencia sería un caos total)”*. [16]

De acuerdo con Csikszentmihalyi *“ideas, sentimientos, deseos o sensaciones pueden aparecer en la consciencia y se vuelven reales para la persona solo cuando la atención se vuelve a ellos”* [17].

Hasta ahora gran parte de la investigación psicológica en el campo de la experiencia virtual ha estado enfocada en el concepto de presencia, que ha sido definida como *“la sensación subjetiva del usuario de “estar allí” en una escena representada por un medio”* [18]

En cuanto a la presencia algunos investigadores han enfatizado en la importancia que tiene en sí misma y su relación con el desempeño en el desarrollo de las tareas [19]. También han logrado determinar una constante en el comportamiento de los participantes y es que *“entre mayor sea el grado de presencia, mayor será la posibilidad de que el comportamiento de los participantes en un entorno virtual sea similar a su comportamiento en situaciones análogas en la realidad del día a día”* [20].

Sin embargo existen algunos aspectos importantes que han sido ignorados por los investigadores en el campo de la realidad virtual. Por ejemplo, las emociones son una parte esencial de cómo la gente vivencia el mundo, y su estudio podría tener importantes implicaciones para tener un mejor entendimiento conceptual de la experiencia virtual [21]. También existen inquietudes acerca de si la experiencia de los usuarios en entornos virtuales está asociada con el gozo y el interés, esto

todavía no ha sido dirigido totalmente, a pesar del hecho de que estas variables pueden ser relevantes para predecir la motivación de los usuarios de repetir tales experiencias [22].

### **Presencia: definiciones, determinantes y mediciones**

En estudios de realidad virtual la presencia se define como “la creencia” de estar ubicado en un mundo diferente del físico [23]. Schloerb dividió la presencia en “presencia subjetiva y presencia objetiva”. Presencia objetiva es *“la probabilidad de que la tarea específica sea completada exitosamente”*. Presencia subjetiva es la *“probabilidad de que una persona perciba que él o ella este presente físicamente en el ambiente dado”* [24].

Además de la definición de Slater, Usoh y Schloerb existen muchas otras definiciones sobre presencia. Por ejemplo Heeter ha argumentado que existen tres tipos diferentes de presencia:

- Presencia personal subjetiva: *“Es la medida en que y la razón de por qué usted se siente como si estuviera en un ambiente virtual”* [25].
- Presencia ambiental: *“Es la medida en que el ambiente en sí mismo parece saber que usted está ahí”* [25].
- Presencia social: *“Es la medida en que otros seres (vivos o sintéticos) también existen en el mundo y parecen reaccionar a usted”* [25].

Investigadores como Lombard y Ditton definen la presencia como *“una ilusión perceptiva de una no-mediación que ocurre cuando el usuario incorrectamente percibe un escenario mediado como no-mediado”* [26].

Otros autores han descrito la presencia como una “manifestación mental” [27] y un “fenómeno existencial” [28].

A pesar de las diferentes posiciones teóricas y filosóficas, los investigadores parecen estar de acuerdo en tres características comunes que construyen la presencia y estas son: [29] [30]

- La presencia requiere involucramiento en el ambiente virtual, por lo tanto la efectividad de los ambientes virtuales está vinculada al sentido de presencia reportado por los usuarios.
- La presencia está definida como una experiencia subjetiva.
- La presencia es una construcción multi-dimensional.

En la literatura sobre presencia también se incluye referencias a términos relacionados como “inmersión”. La inmersión ha sido definida por Witmer y Singer como *“un estado psicológico caracterizado por la percepción de sí mismo de estar envuelto por, incluido en, e interactuando con un ambiente que provee un flujo continuo de estímulos y experiencias”* [31].

Otro de los temas de investigación en el campo de la presencia, es el de la determinación y el estudio de las variables que pueden determinar la presencia de un usuario. En este caso Lessiter y colegas argumentan que la presencia se puede determinar según las siguientes variables: [32]

- Características de los medios
- Características de los usuarios

Las características de los medios se dividen en dos aspectos:

- **Forma de los medios:** se refiere a las propiedades del medio de presentación, como la extensión de la información sensorial, el grado de control que tiene un participante sobre el posicionamiento de sus sensores independientemente del ambiente, y la habilidad de los usuarios de modificar aspectos del ambiente.
- **Contenido de los medios:** se refiere a los objetos actores y eventos representados por el medio.

Las características de los usuarios incluyen aspectos individuales relevantes del usuario como la percepción, cognición, habilidades motoras, experiencia previa con experiencias mediadas, la duración de su exposición y/o interacción con el

ambiente virtual y la voluntad de suspender la incredulidad. Witmer y Singer sugieren que la asignación de suficientes recursos atencionales al ambiente virtual es un determinante importante de presencia. [31] De acuerdo con esta hipótesis, mientras los usuarios enfocan más su atención en los estímulos del ambiente virtual, deben involucrarse más en la experiencia en el ambiente virtual, teniendo como consecuencia lograr mayor presencia. [25]

A raíz de las diferentes definiciones de presencia y de sus determinantes, se han generado diferentes tipos de acercamientos en lo que respecta a su medición. Estos enfoques han sido ampliamente clasificados en dos grupos:

- **Reportes subjetivos:** las mediciones subjetivas de presencia son evaluaciones introspectivas de que tan “presente” se siente uno en el ambiente virtual.
- **Medidas objetivas corroborativas:** son las que involucran el monitoreo del impacto de un ambiente virtual en reacciones controladas menos conscientes como acciones motoras reflexivas o medidas psicológicas como la excitación, la tensión muscular y el comportamiento cardiovascular [33] [34].

### **Experiencia subjetiva y la selección psicológica**

Por medio de la inversión diferencial de atención y de recursos psíquicos, el individuo selecciona y organiza la información adquirida de su contexto de acuerdo con un criterio autónomo emergente, que es la calidad de la experiencia. En particular, los individuos preferentemente se involucran en oportunidades para acción asociadas con un positivo, complejo y gratificante estado de conocimiento, llamada experiencia óptima o flujo [35].

Las experiencias óptimas muestran características constantes a nivel intercultural, y pueden ser asociadas con diversas actividades diarias dadas que el individuo percibe como oportunidades complejas para acción en las cuales invierte habilidades personales [36].

Desde que las experiencias optimas presentan características globalmente positivas y gratificantes, la gente tiende a replicar las a través del cultivo preferencial de actividades asociadas [37]. Esto lleva al mejoramiento progresivo de habilidades relacionadas.

### **Midiendo el Quality of Experience**

La calidad de la experiencia de cualquier entorno virtual es importante para los usuarios, ya que si la calidad de la experiencia es muy baja, ellos dejaran de utilizar el ambiente virtual. De los muchos factores que contribuyen a la experiencia de las personas en un Entorno Virtual Colaborativo (EVC), un gran número de ellos no son comprendidos o son ambiguos. Es por esto que la construcción de un modelo que realice predicciones de la QoE directamente del ambiente virtual resulta imposible. La única forma de determinar si la calidad de la experiencia de un ambiente virtual es lo suficientemente alta, es midiendo la forma en que responden las personas al EVC directamente.

### **Métodos de evaluación de humanos**

Medir la respuesta de seres humanos a un ambiente, incluyendo los ambientes virtuales se puede enfocar de tres formas:

- Medidas subjetivas: preguntando a las personas cómo se sienten.
- Medidas de desempeño: observando cómo se comportan las personas.
- Medidas fisiológicas: midiendo las respuestas involuntarias del cuerpo.

Cada uno de estos enfoques juega un rol en la determinación de la QoE general. A continuación se analizan a fondo cada uno de los enfoques mencionados anteriormente.

### **Medidas Subjetivas**

Las medidas subjetivas han sido utilizadas con éxito para medir la satisfacción de las personas de diferentes aplicaciones multimedia en red [38], y están siendo utilizadas actualmente para medir la satisfacción con ambientes virtuales [39] [40]

[41]. Las impresiones subjetivas de los usuarios son usualmente recolectadas por medio de encuestas.

Las encuestas de interfaz de usuario pueden incluir tres tipos de preguntas: [42]

- **Tipo factual:** recolectan información objetiva que podría ser observada de otras maneras menos convenientes (ej. La edad, años de experiencia con computadoras, nivel de educación).
- **Tipo opinión:** preguntan acerca de los pensamientos de la persona acerca de estímulos externos, otras personas o artefactos.
- **Preguntas de actitud:** preguntan acerca de la respuesta interna de las personas a eventos y situaciones relacionadas a un producto en particular.

Kirakowski divide las actitudes de los usuarios hacia los sistemas computarizados en las siguientes dimensiones:

- Los sentimientos de los usuarios de ser eficientes.
- El grado en que a los usuarios les gusta el sistema.
- Que tan útil siente el usuario que es el sistema.
- En que extensión el usuario se siente en control de las interacciones.
- Si el usuario siente que puede aprender más acerca del sistema usándolo.

En el caso de los cuestionarios el encuestado responde escribiendo en un espacio en blanco o seleccionando la respuesta de un listado de opciones. Las escalas Likert 1-like son comúnmente usadas para medir actitudes.

Para la realización de cuestionarios de investigación acerca de ambientes virtuales es muy común el uso de escalas Likert-like de siete puntos para recolectar información acerca de las actitudes de los participantes, pidiéndoles que midan su conformidad con sentencias que hacen referencia a temas tales como cooperación, gozo y vergüenza. En otros casos también se han utilizado escalas Likert-like de nueve puntos (muy de acuerdo a muy en desacuerdo) para medir la conformidad de las personas en temas como el involucramiento en las

conversaciones y evaluación de la contraparte. Los sentimientos evocados por la tele presencia también han sido medidos utilizando escalas Likert-like, como lo hicieron investigadores en el MIT y en el University College London en un estudio acerca de la importancia háptica<sup>12</sup> dentro de un entorno virtual [43] [44].

Los cuestionarios resultan ser más populares que las entrevistas debido a que parecen ser simples de diseñar y poco costosos de administrar. Sin embargo en esa afirmación yace el peligro, ya que existe el riesgo de que los cuestionarios tengan inconsistencias y al final la información recolectada resulte inútil. El hecho de realizar cuestionarios usando escalas Likert-like o diferenciales semánticos no los hacen más válidos.

Los psicólogos utilizan dos criterios para medir la precisión de las mediciones de eventos internos y estos son: [45]

- Confiabilidad
- Validez

La confiabilidad es el más frágil de los dos criterios. Confiabilidad significa que un instrumento hará la misma medición cada vez que sea usado. Un método simple para medir la confiabilidad sería realizar una misma pregunta dos veces. Si las preguntas son confiables entonces la probabilidad de que la pregunta sea contestada correctamente estará positivamente correlacionada con el puntaje general de otras preguntas en esa dimensión.

La validez se considera un criterio más sutil. Validez significa que el cuestionario está en realidad midiendo lo que dice que está midiendo. Para cuestionarios cuyo propósito es medir características mentales de una persona, tales como sus actitudes u opiniones puede resultar difícil de medir ya que estas no se encuentran

---

<sup>12</sup> La Háptica puede considerarse como el estudio del comportamiento del contacto y las sensaciones.

abiertas para inspección pública. La forma más simple y directa de determinar la validez es utilizando una metodología llamada validez predictiva, en donde las respuestas de un cuestionario son comparadas con el comportamiento que se puede observar del encuestado. Por ejemplo, si las respuestas en un cuestionario indican que a las personas les gusta alguna tecnología en particular, el cuestionario debe predecir que estarían dispuestos a usarla de nuevo. Si ellos se niegan a usarla una segunda vez, la validez del cuestionario estaría bajo sospecha.

### **Medidas de desempeño**

En términos simples las medidas de desempeño se basan en observar el comportamiento de las personas mientras realizan una tarea en un ambiente virtual, ya que esto resulta menos propenso a errores que los cuestionarios. Sin embargo, estas medidas están limitadas a los comportamientos que ocurren durante e inmediatamente después de la prueba. Estas observaciones resultan mucho más significativas cuando una persona realiza una tarea en la que el ambiente virtual es un componente crítico para su ejecución [38].

### **Medidas psicológicas**

Existen tres tipos de medidas psicológicas usadas para determinar la calidad de la experiencia en realidades virtuales:

- Mediciones de ciber-enfermedad
- Mediciones de estrés
- Mediciones de actividad cerebral

La ciber-enfermedad es similar al mareo pero esta es causada por la inmersión en un ambiente virtual. La ciber-enfermedad es medida usualmente a través de cuestionarios, pero este enfoque ha sido criticado ya que induce a los sujetos a realizar introspecciones de sus estados internos en situaciones en las que

normalmente no lo harían, teniendo como resultado que ellos no entiendan adecuadamente el significado de las respuestas en el cuestionario.

Tener en cuenta el estrés es importante cuando se sabe que los participantes van a estar expuestos al ambiente por largos periodos de tiempo. Las mediciones del estrés son las únicas capaces de predecir de manera confiable la tolerancia de las personas a un ambiente determinado durante periodos largos de exposición. El estrés puede ser medido haciendo uso de cuestionarios [46].

Otra medida psicológica utilizada es la actividad relativa en varias partes del cerebro. Esta medida es más apropiada para propósitos de investigación neurocientífica cuando el investigador necesita comparar funciones cerebrales anormales con funciones cerebrales normales. En casos como este el ambiente virtual no es el objeto de estudio pero provee una herramienta útil para el estudio de personas con disfunciones mentales.

### **Tele presencia**

La sensación de estar “*presente*” en un sitio físico remoto o simulado ha llamado la atención de los investigadores en el contexto de la medición de la calidad de la experiencia en ambientes colaborativos virtuales debido a su estrecha relación con lo que se considera una experiencia óptima.

La tele presencia es tratada como si fuera equivalente a la calidad de la experiencia bajo este enfoque.

Desde su creación varios investigadores han estudiado la tele presencia en ambientes virtuales. Por ejemplo Slater et al. realizó los usuarios varias preguntas que estaban destinadas a medir dos tipos diferentes de tele presencia:

- **Presencia en el lugar:** sensación de estar presente en algún lugar.
- **Co-Presencia:** sensación de estar presente con alguien más.

Estos dos tipos de tele presencia son considerados diferentes ya que es posible sentir co-presencia pero no presencia (por ejemplo, durante conversaciones por teléfono) [41]. Garau et al. utilizan preguntas similares acerca de lo que ellos llaman involucramiento (es cuando una persona se siente involucrada en la conversación) y co-presencia (es cuando la persona tiene la sensación de que interactúa con otra persona) [39] [40]. Usov et al. en un experimento compara dos cuestionarios de tele presencia, uno es administrado en un ambiente real y el otro en un ambiente virtual. Sorprendentemente ellos encuentran que ninguno de los dos cuestionarios se puede distinguir entre una experiencia real y una virtual.

### **Conclusiones**

Según lo anterior determinamos que la QoE debe abordarse de una manera holista y que por ser el resultado de las experiencias subjetivas de los usuarios, resulta imposible realizar mediciones de forma directa. También pudimos conocer diferentes enfoques desarrollados por investigadores para la determinación de la QoE y como a partir de los estudios realizados con dichos enfoques se pudo determinar que una QoE de alta calidad puede conseguirse siempre y cuando se maximicen las siguientes tres dimensiones:

- Gozo de los usuarios de la experiencia.
- Habilidad de los usuarios para alcanzar sus metas.
- Menor cantidad práctica de estrés e incomodidad.

Según la experiencia de los investigadores realizando mediciones de las dimensiones anteriormente mencionadas, se debe escoger el instrumento que se ajuste mejor a cada una de ellas y se recomienda hacerlo de la siguiente forma:

- El gozo de la experiencia, como un estado interno del usuario, se mide mejor con un instrumento subjetivo, tal como un cuestionario o una entrevista.

- El progreso hacia una meta y el comportamiento del usuario en el ambiente virtual, son medidos de una mejor forma con una observación del comportamiento.
- Estrés o incomodidad y fenómenos fisiológicos, son medido de mejor manera con instrumentos fisiológicos.

El estudio de estrés y fenómenos fisiológicos a pesar de ser una de las dimensiones de la QoE, no se trabajara a fondo en este estudio, debido a que la medición de respuestas fisiológicas requiere equipos y profesionales para los que no se cuenta con presupuesto. Sin embargo se indagara acerca del estrés provocado por BigBlueButton en periodos largos de exposición por medio de preguntas en cuestionarios.

#### **1.1.1.1.7. Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología**

##### **Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual**

##### **Actividades de Diagnóstico y Presentación de Propuesta al Ministerio de Educación Nacional**

En el año 2007 la Universidad Industrial de Santander (UIS) participo de las actividades programadas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para establecer las condiciones institucionales de oferta de programas en modalidad virtual.

En noviembre del mismo año la UIS presenta una propuesta inicial de proyecto de transformación virtual de programas tecnológicos a distancia a la modalidad virtual como parte de una actividad de orientación final en la que participaron otras 12 instituciones.

De la esa propuesta inicial presentada el MEN determino lo siguiente: *“La UIS posee una gran experiencia en procesos de formación a distancia. Realiza actividades de inmersión en TICs en sus programas. Simultáneamente se crea el CENTIC, el cual mediante su proyecto PROSPETIC apoya el proceso de inmersión en TICs en los programas presenciales. No existe unidad de criterio de*

*E-Learning, la experiencia y avances desarrollados por el INSED no están articulados con PROSPETIC. Para fortalecer los procesos de Virtualización se considera la alianza con otras universidades a nivel nacional. No existen reglamentaciones y políticas adecuadas a E-Learning. Tampoco está definido el esquema organizacional del E-Learning” [47].* A partir de esta actividad de diagnóstico final se seleccionaron 9 instituciones entre ellas la UIS con su programa de Tecnología Empresarial del Instituto de Educación a Distancia (INSED), para recibir apoyo técnico y financiero con el fin de realizar el proceso de transformación del programa a la modalidad virtual.

La meta del proyecto era en un periodo de 5 meses, formar las bases necesarias para los cambios que se requieren a nivel organizacional, pedagógico y tecnológico, para programas en modalidad virtual. Para este propósito el MEN aportó 450 millones, los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera: 250 millones en asesoría técnica y capacitación gestionados por el Ministerio y 200 millones que fueron entregados a la Universidad para infraestructura, preparación de guiones de aprendizaje y la producción de materiales de aprendizaje para el primer nivel del programa de Tecnología Empresarial. La UIS respalda con una contrapartida de 155 millones.

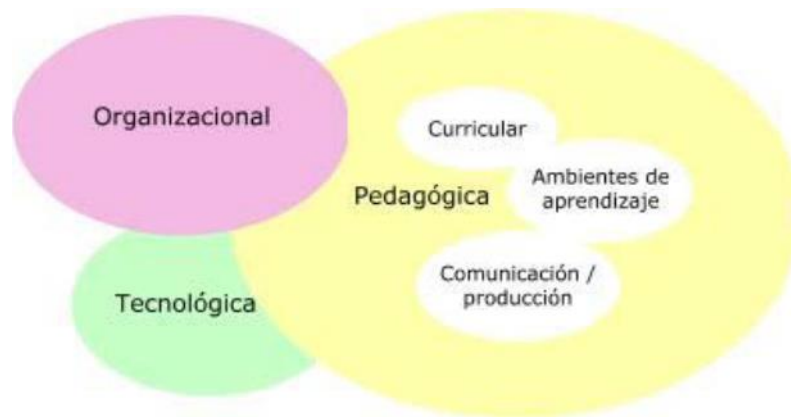
La meta trazada para el programa de Tecnología Empresarial se planteó inicialmente para iniciar actividades en Modalidad Virtual en el segundo semestre de 2009, sin embargo el tiempo de preparación y elaboración del documento del Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual no permitió dar inicio a las actividades sino hasta el primer semestre del año 2010.

### **Metodología del Proyecto**

La transformación del programa de Tecnología Empresarial de la modalidad a distancia a la modalidad virtual se orienta según la metodología diseñada para el MEN por el Convenio de Asociación E-Learning 2.0 Colombia [Universidad Autónoma (UNAB) de Bucaramanga, Centro de Investigación y Planeamiento

Administrativo (CEIPA) de Medellín, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito de Bogotá; Universidad Autónoma de Occidente (UAO) de Cali y Universidad Tecnológica de Bolívar]. A su vez la dimensión pedagógica se dividió en tres sub dimensiones: curricular, ambientes de aprendizaje y comunicación / producción.

**Figura 2. Metodología del Proyecto de Transformación de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual**



**Fuente: Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual**

Para profundizar acerca de las dimensiones del proyecto se recomienda examinar el anexo 8.

### **1.1.2. Tareas de Preparación**

#### **1.1.2.1. Equipo y Misión**

El equipo de desarrollo del proyecto cuenta con un solo integrante, Daniel Fernando Santos Díaz quien es estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Industrial de Santander y cuenta con experiencia en el campo de

Nuevas Tecnologías de Información y E-Learning, a partir de experiencias de trabajo con el Grupo de Investigación de Ingeniería Biomédica y el Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. A su vez el recibe el apoyo del equipo de virtualización del programa de Tecnología y Gestión Empresarial que se encuentra conformado por Tutores, Auxiliares de Plataforma Moodle, Coordinador de Virtualización, Auxiliares de Desarrollo Web y Administrador de Servidor.

La misión principal de la unidad de virtualización es brindar apoyo técnico a tutores y estudiantes en el desarrollo de las actividades de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial. Entre las tareas desarrolladas por la unidad se destacan las siguientes actividades:

- Desarrollo y montaje de contenidos en cursos virtuales.
- Apoyo técnico a tutores.
- Capacitación en manejo de plataforma a estudiantes y tutores.
- Seguimiento al desarrollo de las actividades realizadas por los tutores.
- Soporte técnico para la realización de videoconferencias.
- Desarrollo de herramientas web.
- Administración de contenidos de los sitios web.
- Desarrollo de material gráfico.
- Soporte técnico y mantenimiento a servidores.
- Documentación de herramientas web.

El papel del autor y de la unidad de virtualización en el desarrollo de este proyecto resulta de gran importancia, debido a que cada uno de los roles de esta unidad presenta cierto nivel de involucramiento en el desarrollo y la realización de pruebas piloto del proyecto.

La participación de la coordinadora de virtualización se hace evidente, debido a que esta persona posee conocimientos y documentación acerca de los factores administrativos que influyen en el proyecto. Dentro de su participación se destaca la guía que brinda al autor en cuanto a la documentación relevante para el

proyecto, el puente de comunicación que genera entre el área administrativa y los tutores, y la disposición de recursos para la realización de las pruebas piloto.

El papel del tutor resulta importante debido a que es el quien tiene conocimiento de las necesidades especiales que se tienen cuando se trabaja con estudiantes que se encuentran fuera del aula de clase. El tutor es la persona que permite de cierta forma dar forma al diseño de implementación, dada su experiencia en el área de educación a distancia y su entrenamiento en el desarrollo de actividades que involucran tecnologías de información. Cabe resaltar que su colaboración en el proceso de las pruebas piloto resulta de vital importancia, ya que su interés en el uso de nuevas tecnologías es lo que permitirá que la herramienta se integre de la mejor manera a los procesos educativos y que tenga la acogida deseada por parte de los estudiantes.

Los auxiliares de plataforma Moodle son el puente de comunicación entre tutores, estudiantes y coordinación. Además de esto son los encargados de realizar el montaje de contenidos, recursos y actividades de los cursos y de monitorizar el progreso de las actividades en los cursos virtuales semana a semana. Es por esto que ellos juegan un papel importante en el desarrollo de las pruebas piloto ya que con autorización previa de la coordinación destinarán el recurso BigBlueButton a los cursos que lo requieran y llevarán un control del número de videoconferencias para evitar posibles sobrecargas al servidor. También es el personal idóneo para resolver dudas respecto al uso de la herramienta y brindar soporte técnico cuando se presente alguna dificultad con la herramienta.

Los auxiliares de desarrollo web juegan otro papel importante en el desarrollo futuro del proyecto, dado que son el personal dedicado a desarrollar herramientas web para satisfacer las demandas de manejo de información del programa son idóneos para el desarrollo de interfaces web que permitan llevar un control más certero del uso de la herramienta, con el fin de generar estadísticas de uso y concurrencia de las salas de videoconferencia entre otros. Esto con el fin de tener estadísticas que permitan determinar porcentajes de uso de la herramienta y

conurrencia de usuarios de una manera más exacta con el fin de evitar posibles sobrecargas al servidor y poder garantizar estabilidad en el servicio.

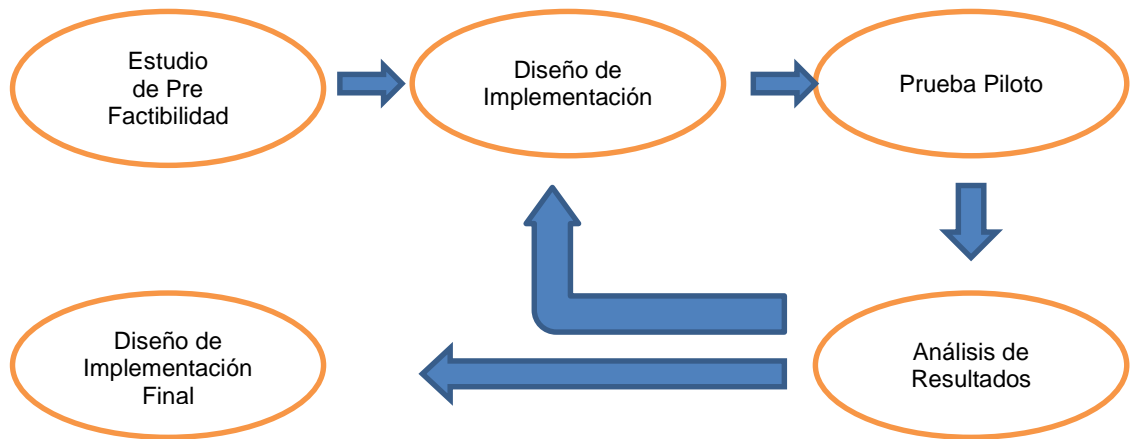
El rol del administrador de servidores en el proyecto juega otro papel importante debido a que esta persona es la ideal para realizar revisiones técnicas a la configuración de los servicios y determinar posibles fallos en su funcionamiento. El administrador de servidor también administrara los recursos disponibles para la máquina que aloja la plataforma y pondrá a disposición de dicha maquina las capacidad suficiente para responder a la demanda de videoconferencias que se de en determinado momento. Esta persona también será responsable de restablecer el servicio cuando se presenten fallos en la maquina o en la red.

#### **1.1.2.2. Aspectos Clave del Método**

El estudio de pre factibilidad se realizó bajo el enfoque de marco lógico (LFA, por sus siglas en ingles) que se basa en principios de causa y efecto. El enfoque LFA analiza la causalidad de la situación en desarrollo a través de un análisis de los problemas y de los interesados, convirtiéndola en objetivos, y consiguientemente desarrollando el diseño de la actividad propuesta.

Partiendo del hecho que ya se ha seleccionado la herramienta BigBlueButton como la opción a implementar, se hará uso del estudio de pre factibilidad como una herramienta de identificación para el desarrollo de la actividad de diseño de implementación.

**Figura 3. Metodología de Desarrollo del Proyecto**



**Fuente: Autor**

El diseño de implementación se realizó a partir de los resultados obtenidos en el estudio de pre factibilidad seguido de una prueba piloto y análisis de resultados. La metodología que se utilizó en el proceso de diseño e implementación fue evolutiva, ya que el diseño final de implementación dependió del comportamiento en pruebas de stress de los servicios de BigBlueButton y de las observaciones que se realizaron en el desarrollo de las pruebas piloto.

## **1.2. ANÁLISIS**

El objetivo de la presente sección es proveer un análisis detallado de las posibles dificultades de desarrollo del proyecto y realizar una revisión de general de las actividades en busca de posibles soluciones a dichas dificultades. A su vez esta sección dará forma a la etapa de diseño de implementación y será la guía a seguir para su desarrollo.

### **1.2.1. Limitaciones y Problemas de Desarrollo**

### **1.2.1.1. Contexto de Desarrollo Existente**

#### **1.2.1.1.1. Principales Hallazgos en el Análisis Inicial de Necesidades de Videoconferencia.**

A pesar de que el programa de Tecnología Empresarial se encuentra en la modalidad virtual, se ha evidenciado que para que los estudiantes se beneficien de una mejor forma del proceso de aprendizaje, es necesaria su participación en algunas tutorías con el fin de permitir al estudiante *“la socialización de la comprensión de los conocimientos de la asignatura, realización de talleres, sustentación de los trabajos realizados y consultas”* [48]. La estrategia pedagógica también plantea la importancia del aprendizaje colaborativo, y se plantean como medios para la realización de este: encuentros presenciales, llamadas telefónicas, audio conferencias, fax o virtuales (Chat, aula virtual, correo electrónico, etc.) [48]. El programa de Tecnología Empresarial cuenta con 560 estudiantes y consta de 40 asignaturas virtuales, distribuidas en 6 semestres. Según el sistema de información, de los 560 estudiantes matriculados en Tecnología Empresarial en el segundo semestre de 2012, 268 de ellos se encuentran matriculados en sedes ubicadas en municipios diferentes a su lugar de residencia.

De igual forma el programa de Gestión Empresarial cuenta con 359 estudiantes y consta de 26 asignaturas, distribuidas en 4 semestres. Según el sistema de información, de los 359 estudiantes matriculados en Gestión Empresarial en el segundo semestre de 2012, 150 de ellos se encuentran matriculados en sedes ubicadas diferentes a su lugar de residencia.

En el sistema de información también se identifica que los programas de Tecnología y Gestión empresarial tienen presencia en 7 sedes de las 12 sedes activas que posee en la Universidad en la actualidad:

- Barbosa
- Barrancabermeja
- Bucaramanga
- Málaga

- San Alberto
- Socorro
- Buenaventura

Y que existen estudiantes que residen en 66 municipios diferentes a los mencionados anteriormente lo que sugiere desplazamientos significativos por parte de los estudiantes. Dentro de esta información también se puede evidenciar que existen estudiantes matriculados en los programas que residen en municipios fuera del departamento y algunos hasta fuera del país.

De igual forma debido a la condición presentada anteriormente y por la creciente demanda del programa en algunos municipios, se ha evidenciado una necesidad de personal docente, lo que ha impulsado a tutores de los municipios más grandes a desplazarse hacia otras sedes para suplir dicha demanda.

#### **1.2.1.1.2. Políticas y Estrategias del IPRED para Lidiar con el Problema**

Cuando se presentan casos en los que el desplazamiento no es posible, la Universidad provee al Instituto el recurso de videoconferencia, soportado por la División de Servicios de Información. Actualmente la Universidad cuenta con 4 salas equipadas para videoconferencia en la ciudad de Bucaramanga, 1 sala en la ciudad de Barrancabermeja, 1 sala en la ciudad de Socorro y 1 sala en la ciudad de Barbosa. Dichas salas ofrecen un servicio de videoconferencia de alta calidad con equipos Sony IPELA que ofrecen video en alta resolución con cámaras móviles que permiten hacer zoom, micrófonos omnidireccionales, pantallas planas con resolución de hasta 1020P y un completo sistema de sonido que permite que la experiencia se aproxime bastante a un encuentro cara a cara. El uso de los equipos de videoconferencia del CENTIC requiere de un software adicional llamado TurboMeeting que permite compartir el escritorio del equipo de la sala permitiendo proyectar diapositivas y documentos cuando se hace necesario.

Los equipos anteriormente mencionados no solo están a disposición del IPRED sino de toda la comunidad universitaria, por lo tanto su uso puede estar sujeto a la disponibilidad de las salas en el momento en el que se requiera realizar la tutoría. La comunicación con otras sedes se realiza vía Skype, pero este servicio ha demostrado ser ineficiente debido a que requiere que cada usuario se encuentre registrado y descargue un software para poder participar en las tutorías. Por otra parte Skype posee un costo asociado a su uso con funcionalidades completas y en su versión gratuita muestra limitaciones en el número de personas que pueden participar con video en las llamadas entre otras.

#### **1.2.1.1.3. Lugares de Actividad**

Como se menciona anteriormente los programas de Tecnología y Gestión empresarial tienen presencia en 7 sedes en 7 municipios de las cuales 4 cuentan con equipos de videoconferencia. En el registro de matrícula de estudiantes se han podido identificar 3 situaciones de matrícula de estudiantes a tener en cuenta en el desarrollo del proyecto:

- Estudiantes que viven en municipios aledaños a su sede de matrícula cuyos tiempos de desplazamiento no superan las dos horas.
- Estudiantes que viven en municipios alejados a su sede de matrícula imposibilitando la participación en las tutorías.
- Estudiantes que viven fuera del país que por su situación nunca pueden participar de las tutorías.

Según el escenario presentado anteriormente se ve la necesidad de utilizar una herramienta orientada al ámbito educativo que permita a los estudiantes tener acceso a las tutorías por medio de videoconferencia vía web, de manera que todos los estudiantes puedan acceder a una experiencia educativa de calidad y que puedan disfrutar de las ventajas pedagógicas que ofrece este tipo de encuentros.

#### **1.2.1.1.4. Instituciones Clave y sus Roles**

Las instituciones clave el desarrollo del proyecto son las siguientes:

- Universidad Industrial de Santander (UIS)
- División de Servicios de Información (DSI) de la Universidad Industrial de Santander.
- Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED) de la Universidad Industrial de Santander.
- Coordinación de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial.

La Universidad brinda los lineamientos para el desarrollo del proyecto, planteados en el Plan de Desarrollo Institucional, en el Proyecto Institucional y en la Política de Apoyo a la Formación Mediante las Tecnologías de la Información y la Comunicación. A partir de estos documentos se genera un marco administrativo y pedagógico que brindan los recursos necesarios para orientar una iniciativa como la que se presenta en el momento y que aseguran un futuro en el desarrollo de proyectos que involucran Tecnologías de Información y Comunicación en el ámbito educativo.

La División de Servicios de Información brinda la infraestructura de red, el mantenimiento técnico de dichas redes y el soporte necesario para el desarrollo del proyecto. Podría decirse que su participación es indirecta, pero debido a la importancia de su labor asegurando la conexión de red de la universidad y a la asesoría que brindan en cuanto a servicios informáticos dentro del proceso de modernización institucional, resultan de vital importancia para el proyecto.

El IPRED brinda al proyecto una estructura organizacional y pedagógica que facilita el desarrollo de proyectos formativos que involucran la utilización de Tecnologías de Información. Una evidencia de esto es el desarrollo de la iniciativa “Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual” en donde se plasman los esfuerzos y los estudios realizados que garantizan la viabilidad de proyectos educativos que

involucran el uso de Tecnologías de Información y que justifican la inversión por parte del estado en este tipo de iniciativas.

La coordinación de los Programas de Tecnología y Gestión Empresarial brinda el apoyo logístico, económico y administrativo para el desarrollo de las tareas de preparación de las pruebas piloto. Además de esto, su gran interés en la puesta en marcha de actividades que involucran la utilización de Nuevas Tecnologías de Información facilita el trabajo, debido a su gran colaboración en la recolección de documentación, discusión de lineamientos y realización de solicitudes técnicas y administrativas a otras unidades cuando se hace necesario. Del mismo modo se hace cargo de la disposición de tutores, estudiantes y espacios para la realización de pruebas pilotos, la disposición de un espacio de trabajo para el autor del proyecto y la disposición de los equipos de cómputo necesarios para realizar pruebas técnicas y alojamiento a la plataforma.

#### **1.2.1.1.5. Problemas técnicos principales**

A continuación se mencionan los problemas técnicos principales del proyecto:

- Consumo de recursos del servicio de voz
- Control de concurrencia.
- Escalabilidad.
- Restricciones de Red.
- Hardware para Videoconferencia.
- Requerimientos del Cliente.
- Ancho de Banda de Conexión a Internet.
- Problemas asociados con Share Desktop.
- Carga de presentaciones de Microsoft Office 2007.

#### **Consumo de recursos del servicio de voz**

La mayoría de los servicios que contempla BigBlueButton tienen un consumo relativamente bajo de procesamiento y de memoria por parte del servidor. El mayor consumo de procesamiento se presenta en el servicio de voz, que es

provisto por un componente llamado FreeSWITCH, que es una plataforma de código libre diseñada para facilitar la creación de conferencias de voz.

A continuación se presenta un extracto de una prueba de stress realizada por los desarrolladores de la plataforma BigBlueButton haciendo uso del servicio de voz FreeSWITCH 1.0.6 donde se contó con la participación de cerca de 80 usuarios procedentes de diferentes países: [49]

**Servidor:** Core2Duo E8400 Dual Core con 4GB de memoria RAM. Este servidor reporta 8 núcleos debido a que cuenta con tecnología Hyper-Threading.

**Software:** FreeSWITCH 1.0.6, red5 0.91 y una build interna de BigBlueButton 0.8 usando una banda speex de 16khz (calidad de codificación 6).

**Consumo de CPU:**

- 20 usuarios en conferencia de audio – consumo 30% CPU.
- 40 usuarios en conferencia de audio – consumo 45% CPU.
- 60 usuarios en conferencia de audio – consumo 70% CPU.
- 80 usuarios en conferencia de audio – consumo 90% CPU (en este punto el audio comienza a degradarse).

Con 80 usuarios el uso general (promedio de los 8 núcleos) de CPU fue del 90%. Este punto FreeSWITCH comienza a tener dificultades para codificar/decodificar speex, y el audio comienza a degradarse. Posteriormente se expulsaron 20 usuarios de la conferencia de audio, quedando con 60 usuarios. En este punto se les pide a algunos participantes que activen sus cámaras web.

- 60 usuarios en conferencia de audio con 20 Webcam – consumo 70%.

Se evidencia que el consumo de CPU por parte del video es despreciable, porque a pesar de que 20 personas estaban transmitiendo con sus Webcam, el consumo de CPU permanece estable y la calidad de audio no se degrada. En este punto se

decide iniciar la función de Desktop Share, lo que ocasiona un cierre inesperado de red5.

**Consumo de ancho de banda:**

**Tabla 1. Consumo de ancho de banda de usuarios en conferencia de audio**

<b># Usuarios en conferencia de audio</b>	<b>Bandwidth (Kbits/sec)</b>	<b>Bandwidth (Mbits/sec)</b>
1	60	0.06
2	120	0.12
3	180	0.18
4	240	0.24
5	300	0.30
6	360	0.36
7	420	0.42
8	480	0.48
9	540	0.54
10	600	0.60
20	1200	1.20
30	1800	1.80
40	2400	2.40
50	3000	3.00
60	3600	3.60
70	4200	4.20
80	4800	4.80

**Fuente: Fred Dixon – CEO at Blindside Networks**

## **Control de concurrencia**

BigBlueButton ha sido diseñado de manera que sea posible integrarlo a otras herramientas y realizar desarrollos sin mayor dificultad. Es por esto que sus desarrolladores toman la decisión de no incluir un Backend o zona administrativa para la creación de videoconferencias, eliminación y monitoreo. En lugar de esto el API de la aplicación posee una gran cantidad de llamados por URL provistos de una llave encriptada, que son los que permiten realizar procedimientos como los mencionados anteriormente. A partir de este concepto nacen desarrollos tales como: Plug-In para Moodle, Plug-In para Wordpress y un Plug-In para Joomla entre otros. Que no son más que desarrollos realizados por programadores independientes que mostraron cierto interés en la integración con estas plataformas y que se valieron del API de la plataforma para su realización.

El Plug-In [50] para Moodle en su versión 1.9 es desarrollado por la compañía Blindside Networks desarrolladora de BigBlueButton que se ha consolidado como una de las empresas que brinda mayor soporte y promoción de esta herramienta. Este Plug-In nos permite desde la interfaz de Moodle, crear la Actividad de videoconferencia en los cursos en donde sea necesario y ajustar algunos parámetros básicos como: nombre de la actividad y restringir el acceso de estudiantes a videoconferencias únicamente con la presencia de un moderador. Pero como se puede notar desafortunadamente este Plug-In no cuenta con algún modulo que permita la realización de informes que permitan saber qué cantidad de salas se han creado o cual es la concurrencia en el uso de las salas, que son algunos de los informes que están contemplados en el API de BigBlueButton.

De esta forma tenemos que no es posible realizar un seguimiento sencillo de la concurrencia de videoconferencias en el servidor o del número de Actividades de videoconferencia creadas en los cursos. Actividad que resulta ser de vital importancia para evitar posibles sobrecargas al servidor por parte del servicio de voz como se mencionó anteriormente.

## **Escalabilidad**

Actualmente la plataforma se encuentra instalada en una máquina de pruebas que hace las veces de servidor, debido a que el servidor de producción del Instituto cuenta con escasos recursos en el momento y no fue posible realizar la experiencia en dicha máquina. Las especificaciones de la máquina de pruebas son las siguientes:

- Procesador: 2x AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 5600+
- Memoria: 4056MB (1005MB usado)
- Disco Duro: 219.8GiB (12.22% usado)
- Sistema Operativo: Ubuntu 10.04.4 LTS
- Kernel: Linux 2.6.32-44-server (x86\_64)

Como podemos evidenciar según el estudio de stress realizado por los desarrolladores de la herramienta, el consumo de procesamiento del servidor incrementa considerablemente con el número de participantes en el servicio de voz. La máquina de prueba actual ha demostrado trabajar sin problemas hasta con 10 participantes en conferencia de voz, número que resulta bastante limitado si se tiene en cuenta la necesidad de videoconferencia que tienen los programas de Tecnología y Gestión Empresarial. Dado lo anterior se considera que con la creciente demanda de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial es necesaria la adquisición de un equipo servidor que permita la expansión de la oferta del servicio. Los desarrolladores de BigBlueButton recomiendan como mínimo una maquina dedicada con un procesador Dual-Core de 2.0+ Ghz y 2 GB de memoria RAM. Para un desempeño superior, los desarrolladores recomiendan una maquina dedicada Quad-Core con 4 GB de memoria RAM.

## **Restricciones de red**

BigBlueButton no tiene necesidades específicas de uso de puertos ya que trabaja con puertos estándar, sin embargo algunas redes poseen restricciones sobre dichos puertos y esto no permitiría un funcionamiento correcto de la plataforma.

Un ejemplo de eso fue lo sucedido con algunas pruebas preliminares realizadas en el CENTIC en el campus central de la universidad, en donde se detectó que según las restricciones en los enrutadores inalámbricos del edificio el cliente solo podía tener acceso a servicio de voz y video por medio de la red cableada ya que esta carece de dichas restricciones.

### **Hardware para videoconferencia**

Para que el Cliente pueda interactuar en la plataforma haciendo uso de audio y video hace falta que tenga a su disposición los equipos necesarios para esto (cámara web y micrófono).

### **Requerimientos del cliente**

Para el funcionamiento de la plataforma el Cliente debe asegurarse de cumplir con los siguientes requerimientos:

- Conexión estable a internet.
- Tener instalado Adobe Flash Player. (Versión 10.3 o superior)
- Tener instalado Java (Preferiblemente actualizado)

### **Ancho de banda de conexión a internet del cliente**

Según Blindside Networks el cliente en modo observador (sin transmisión de voz ni video) debería contar por lo menos con 0.5 Mbits/sec de ancho de banda de subida y 1 Mbits/sec de ancho de banda de bajada [51]. En este punto encontramos una limitación importante debido a que es difícil asegurar que los estudiantes cuenten con dicho ancho de banda fuera de alguna de las sedes de la Universidad.

### **Problemas asociados con Share Desktop**

BigBlueButton utiliza un applet de Java para realizar capturas actualizadas de la pantalla. Esto quiere decir que Share Desktop funciona en plataformas Mac, Unix y PC, siempre y cuando se tenga instalada una versión reciente de Java.

La transmisión de Share Desktop se realiza con un algoritmo de compresión sin pérdida, lo que significa que los observadores remotos ven una representación pixel a pixel del escritorio del presentador. Si el tamaño de la pantalla del presentador es superior a 1280 x 1024, el applet escalara la toma de pantalla para ajustarse a 1280 x 1024, esto se hace con el fin de reducir el envío general de datos al servidor. A pesar de esto al ser un envío de imagen pixel a pixel, la carga requiere un buen ancho de banda para poder utilizar esta función. Esta función también ha demostrado realizar una sobrecarga en el uso de memoria por parte del explorador, generando cierres inesperados de la aplicación [52].

### **Carga de presentaciones de Microsoft Office 2007**

BigBlueButton utiliza OpenOffice 3.2 para la conversión de documentos de Microsoft Office a PDF para poder desplegarlos en la ventana de presentación. Los documentos de Office 2003 tienen una buena conversión; sin embargo, los documentos de Office 2007 y Office 2010 (como los .pptx) tienen algunos problemas con OpenOffice 3.2. En particular, la alineación de las fuentes no es precisa [51].

#### **1.2.1.1.6. Principales Problemas Económicos y Financieros**

##### **Carencia de capital dentro del plan de inversión inicial para la adquisición de un equipo servidor e investigación en nuevas tecnologías**

Dentro del plan de inversión inicial para el Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual presentado en el año 2009, se detecta una carencia en capital de inversión en la dimensión tecnológica en lo que respecta a la adquisición de equipos servidores que permitan escalabilidad e investigación en el uso de nuevas tecnologías [48].

#### **1.2.1.1.7. Principales Problemas Ambientales**

##### **Consumo de energía eléctrica por parte de la infraestructura tecnológica**

El crecimiento de la demanda de programas técnicos a distancia plantea la necesidad de adquirir equipos servidores con mayor capacidad que permitan proveer servicios web estables a los estudiantes cuando se presenta alta concurrencia y con suficiente espacio de almacenamiento que permita el desarrollo normal de las actividades.

La adquisición de estos equipos también plantea la necesidad de adquisición de sistemas eléctricos y sistemas de ventilación que garanticen la disponibilidad de los equipos y las condiciones necesarias para un rendimiento óptimo.

Toda la infraestructura mencionada anteriormente requiere consumos de energía considerables debido a que dichas maquinas deben garantizar el acceso a los servicios web las 24 horas del día los 365 días del año.

En un artículo publicado por Roger Schmidt y Madhusudan Iyengar de la IBM Corporation se presenta la siguiente tabla en la que se presentan las emisiones de dióxido de carbono liberadas por las plantas de energía en los Estados Unidos:

[53]

**Tabla 2. Emisiones de dióxido de carbono en plantas de energía**

<b>Categoría del Combustible</b>	<b>Emisión de CO2 (Lbs/KwHr)</b>
Carbón	2.095
Petróleo	1.969
Gas	1.321
Otros combustibles	1.378
Promedio para US	1.341

**Fuente: Roger Schmidt y Madhusudan Iyengar**

#### **1.2.1.1.8. Principales Problemas Culturales y Sociales**

##### **Analfabetismo digital**

En el boletín de Indicadores Básicos de Tecnologías de Información y Comunicación para Colombia en el Año 2011 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el que se registra la tenencia y uso de TIC por hogares e individuos y el uso de TIC por personas de 5 o más años de edad [54] se aprecia que en el territorio Nacional existe un gran porcentaje de personas que no tuvieron contacto con tecnologías de información en el último año, y se refleja en los bajos porcentajes de tenencia de equipos de cómputo en el hogar y el uso de computador e internet. De este informe también cabe destacar que de los porcentajes mencionados anteriormente la contribución a dichas cifras por parte de los municipios denominados resto (que excluyen los grandes municipios en áreas metropolitanas) es escasa, lo que representa una dificultad significativa para el Instituto en materia de analfabetismo digital y acceso limitado a tecnologías de información en algunos de los municipios en los que se ofrecen los programas de Tecnología y Gestión Empresarial.

De este boletín también se puede apreciar que las estadísticas de uso de tecnologías de información para el público objetivo de los programas, que son estudiantes con nivel de secundaria completo, solo representan aproximadamente el 60% del total nacional, lo que denota una falta de inclusión digital en la etapa de la educación secundaria.

Del informe del DANE también se observa una dificultad en el acceso a internet en los municipios pequeños de los departamentos (denominados resto) en los cuales solo el 16,3% de la población de estos entre los 5 y más años de edad, hizo uso del internet por lo menos una vez en el año 2011.

### **1.2.2. Posibles Opciones**

A continuación se presentan posibles opciones a las limitaciones de desarrollo anteriormente mencionadas. Estas opciones fueron discutidas y analizadas con la dirección de programas y base en esto se realizan los planteamientos.

### **1.2.2.1. Posibles opciones a problemas técnicos principales**

A continuación se mencionan los problemas técnicos principales del proyecto:

- Consumo de recursos del servicio de voz
- Control de concurrencia.
- Escalabilidad.
- Restricciones de Red.
- Hardware para Videoconferencia.
- Requerimientos del Cliente.
- Ancho de Banda de Conexión a Internet.
- Problemas asociados con Share Desktop.
- Carga de presentaciones de Microsoft Office 2007.

#### **Consumo de recursos del servicio de voz**

Una opción para el consumo de recursos de voz sería determinar las necesidades reales de los participantes para realizar dicha conexión. Esto depende principalmente de las necesidades de comunicación de la actividad que se está realizando y de la ubicación de los participantes.

En un caso hipotético pero recurrente en el Instituto, el tutor se encuentra en la sede de la ciudad de Bucaramanga y desea impartir una tutoría a estudiantes ubicados en la sede de Barrancabermeja. Los estudiantes se encuentran reunidos en una de las salas de computo de la sede de Barrancabermeja por lo tanto la necesidad de conexión de audio podría ser uno a uno, ya que con un equipo que cuente con audio lo suficientemente alto se podría satisfacer la necesidad de comunicación sin realizar un alto consumo de recursos de voz.

#### **Control de concurrencia**

Como se ha mencionado antes la plataforma el plug-in de BigBlueButton para la versión 1.9 cuenta con limitadas opciones de administración de los recursos, dadas las condiciones de libertad por parte de los usuarios para desarrollar funcionalidades ajustadas a sus necesidades a partir del API. Es por esto que se

considera importante la exploración del API de la herramienta por parte del equipo de virtualización, en busca de un control y cifras acertadas acerca de la concurrencia en la plataforma.

### **Escalabilidad**

Acerca de la escalabilidad se tienen dos opciones: La adquisición de un nuevo servidor que permita al Instituto expandir la prestación del servicio de videoconferencia, el desarrollo de nuevas tecnologías y el alojamiento de las mismas bajo una estructura de virtualización de hardware [55], que permitiría ajustar gradualmente las necesidades de procesamiento y de memoria de cada una de la herramientas conforme el crecimiento de su demanda. Este es un concepto que se maneja actualmente en el servidor del IPRED, no obstante dicho servidor de producción ha agotado sus recursos y la expansión de su hardware, es por esto que se hace necesario sustituirlo por una máquina que permita una mayor flexibilidad.

La segunda opción tiene que ver con la adquisición de un hosting que permita alojar la plataforma y brindar mayores posibilidades de acceso al servicio. Sin embargo, dada la excelente infraestructura de red que posee la Universidad, la opción que aprovecha de mejor forma estos recursos es la adquisición de un nuevo servidor, dado que a diferencia de un hosting, ser propietarios del servidor permite un mayor poder de decisión sobre los recursos y las configuraciones necesarias para el funcionamiento de las aplicaciones ajustadas a las necesidades del instituto.

### **Restricciones de red**

Las restricciones de red son un problema técnico que en muchas ocasiones no tiene una solución inmediata, debido a que recae sobre la configuración de los enrutadores que brinda el proveedor de servicios. Es por esto que es importante identificar este tipo de problemas antes de realizar la conexión para una tutoría.

Para este caso se recomienda la creación de un recurso de pruebas, que permita al estudiante saber si el recurso funciona correctamente. En caso de no ser así, podrá solicitar soporte a auxiliares de soporte técnico, que si llegaran a diagnosticar un problema de restricción de red, sugerirían al estudiante ponerse en contacto con el soporte técnico de su proveedor de servicios, con el fin de solucionar el inconveniente.

### **Hardware para videoconferencia**

No es fácil asegurar que cada uno de los estudiantes que realiza la conexión desde su hogar posee el hardware necesario (cámara web y micrófono) para participar de las videoconferencias. Sin embargo la mayoría de los equipos que se encuentran en el mercado actualmente poseen cámara web y micrófono integrados. En caso de no ser así se sugeriría al estudiante considerar dentro de sus materiales de estudio, la adquisición de una cámara web con micrófono integrado, cuyo valor oscila entre los \$20.000COP y los \$60.000COP.

También es importante que el Instituto considere la adquisición de cámaras web para las salas de cómputo de las sedes, con el fin de suplir la necesidad de hardware de videoconferencia para las actividades programadas dentro de alguno de los campus universitarios, ya que en el momento dichos recursos son limitados.

### **Requerimientos del cliente**

El aseguramiento de las condiciones mínimas para el uso de la plataforma de videoconferencias BigBlueButton se puede lograr por medio de la elaboración de un manual de requerimientos del usuario, en donde se explicara paso a paso como obtener el software necesario para participar de las videoconferencias y como utilizar el sitio de demostración de los desarrolladores de BigBlueButton [56] para verificar que el servicio funciona correctamente. Adicionalmente a esto la ayuda por parte de los auxiliares de soporte técnico del equipo de virtualización permitirá determinar y solucionar cualquier problema relacionado con

requerimientos que no se encuentre especificado en el manual o que no haya podido ser interpretado de forma correcta por el usuario.

### **Ancho de banda de conexión a internet**

La falta de conexión a internet por parte del cliente o la insuficiencia de ancho de banda para la utilización del servicio es un problema de difícil solución, ya que no se puede asegurar que todos los usuarios cuenten con dichos servicios, dadas las condiciones económicas y tecnológicas de los diferentes departamentos en el país, especialmente en los municipios más pequeños y alejados.

Dado lo anterior se recomienda a los usuarios y a la coordinación de programas, que las actividades de videoconferencia se efectúen en lo posible en instalaciones de la universidad en donde los usuarios podrán contar con altas velocidades de conexión y podrán desarrollar sus actividades sin mayor dificultad.

Se reconoce que la medida anterior aun implica desplazamientos por parte de los usuarios, sin embargo con esta opción los usuarios que no cuenten con la conexión a Internet necesaria para desarrollar las tutorías virtuales siempre podrán realizar desplazamientos pequeños a la sede de la universidad más cercana y para poder participar con la mayor calidad de conexión de las actividades de videoconferencia programadas.

### **Problemas asociados con Share Desktop**

Los desarrolladores de BigBlueButton sugieren los siguientes enfoques para solucionar problemas relacionados con Share Desktop:

- Compartir una región más pequeña del escritorio. Este es un buen enfoque si lo que se quiere compartir es solo una ventana específica.
- Reducir la resolución de pantalla a 1024x768 o 800x600. De esta forma se reduce la cantidad de información enviada al servidor. Esta solución es comparable a la de compartir una ventana específica.

- Reemplazar cualquier imagen de fondo en el escritorio de 32-bits por un color solido (esto incrementa de gran forma la tase de actualización de la imagen del escritorio del presentador).
- Disminuir la resolución de color de la pantalla de 32-bit a 16-bit.
- Incrementar el ancho de banda disponible para Desktop Share. Esto se puede lograr cerrando aplicaciones de transferencia de archivos o P2P. Detener la transmisión de la webcam también puede ayudar.

También cabe agregar que BigBlueButton es una plataforma en con una gran comunidad de desarrolladores, que actualmente se encuentran trabajando en el desarrollo de la versión 1.0. Dentro del plan de desarrollo para esta versión se encuentran algunos planes para realizar un cambio en la forma en que se codifica la imagen de escritorio, con el fin de lograr una mejor transmisión [57].

### **Carga de presentaciones de Microsoft Office 2007**

Los desarrolladores de BigBlueButton sugieren para solucionar el problema de mala conversión para presentación de documentos de Microsoft Office 2007 lo siguiente:

- Generar los documentos que se vayan a presentar en formato de Microsoft Office 2003.
- Si no es posible generar los documentos en formato Office 2003 debido a la perdida de autoformas u otros, se recomienda guardar los documentos en formato PDF. De esta forma se conservan las propiedades del documento y se puede presentar sin inconvenientes.

#### **1.2.2.2. Posibles opciones a los problemas económicos y financieros**

- **Carencia de capital dentro del plan de inversión inicial para la adquisición de un equipo servidor e investigación en nuevas tecnologías**

Actualmente el instituto se encuentra en el proceso de estudio de compra de un nuevo servidor. Se espera que la presentación de este proyecto le permita a la dirección administrativa de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial y al dirección administrativa del Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia, ver la importancia de la inversión de capital en la dimensión tecnológica y como este tipo de proyectos impulsan de manera positiva el crecimiento del Instituto y facilitan el proceso educativo a estudiantes, tutores y personal administrativo.

### 1.2.2.3. Posibles opciones a los problemas ambientales

- **Consumo de energía eléctrica por parte de la infraestructura tecnológica**

En la actualidad las aplicaciones utilizadas en las diferentes empresas por lo general tienen los servicios necesarios para su funcionamiento instalados en diferentes equipos servidores, lo que genera un alto consumo de energía, teniendo en cuenta que el objetivo es que dichas aplicaciones estén disponibles las 24 horas del día los 365 días del año. Según The Architecture Journal [58], el consumo promedio de energía, el valor monetario y el CO2 producido por una aplicación en Estados Unidos cuando se encuentra en estado Idle, en estado de carga promedio y en estado de carga máxima se presenta de la siguiente forma:

**Tabla 3. Perfil de uso de energía para una aplicación ejemplo**

<b>Servidor</b>	<b>Idle</b>	<b>Carga Promedio</b>	<b>Carga Máxima</b>
Servidor 1 – Aplicación	304	425	525
Servidor 2 – Base de Datos	304	425	525

Servidor 3 – Web	304	425	525
Uso Total de Energía	912	1,275	1,575

**Fuente: Rajesh Chheda, Dan Shookowsky, Steve Stefanovich, y Joe Toscano**

**Tabla 4. Perfil de costo de uso de energía para una aplicación ejemplo (en USD)**

Servidor	Idle	Carga Promedio	Carga Máxima
Servidor 1 – Aplicación	\$238.87	\$333.95	\$412.53
Servidor 2 – Base de Datos	\$238.87	\$333.95	\$412.53
Servidor 3 – Web	\$238.87	\$333.95	\$412.53
Costo Total de Energía	\$716.61	\$1,001.85	\$1,237.59

**Fuente: Rajesh Chheda, Dan Shookowsky, Steve Stefanovich, y Joe Toscano**

**Tabla 5. Perfil de costo de uso de energía para una aplicación ejemplo (en libras de CO2)**

Servidor	Idle	Carga Promedio	Carga Máxima
Servidor 1 – Aplicación	6,125	8,562.9	10,577.7
Servidor 2 – Base de Datos	6,125	8,562.9	10,577.7
Servidor 3 – Web	6,125	8,562.9	10,577.7

Impacto Ambiental Total	18,375	25,688.7	31,733.1
----------------------------	--------	----------	----------

**Fuente: Rajesh Chheda, Dan Shookowsky, Steve Stefanovich, y Joe Toscano**

Si se reemplazara cada uno de los servidores necesarios para el funcionamiento de la aplicación por máquinas virtuales, esto representaría un ahorro significativo tanto en costos como en lo que respecta al ambiente. Para lograr el mayor ahorro de recursos es necesario maximizar el número de máquinas virtuales que se pueden instalar en un mismo servidor, para esto se requiere realizar un proceso de optimización del uso de recursos de la máquina, minimizando la utilización de disco y red, así como también la huella de memoria.

Los beneficios potenciales de la virtualización se pueden ver en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Beneficios potenciales de la virtualización**

	Costo Anual
Costo Promedio del Servidor:	\$6,500
Costo de Energía Promedio:	\$301
CO2 Producido	7,731.8 Libras Anuales

**Fuente: Rajesh Chheda, Dan Shookowsky, Steve Stefanovich, y Joe  
Toscano**

#### **1.2.2.4. Posibles opciones a los problemas culturales y sociales**

- **Analfabetismo digital**

Como se menciona en el planteamiento de los problemas culturales y sociales, solo el 45,9% de la población nacional mayor de 5 años reportó haber utilizado un computador al menos una vez durante el año 2011. La población objetivo de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial, son estudiantes con un nivel de educación secundaria completo, que según el reporte del DANE sobre la distribución de personas según el uso de computador en cualquier lugar, por nivel educativo durante el año 2011 fue del 60,1%, lo que nos deja un 39,9% de la población que no ha tenido contacto con tecnologías de información en esta etapa, lo que representa una dificultad si desean participar de programas de formación en modalidad virtual.

Las opciones exploradas para el desarrollo de la modalidad virtual con personas que carecen de habilidades informáticas son las siguientes:

- Cursos de inducción a la modalidad virtual
- Personal de soporte técnico
- Implementación de una plataforma con una navegabilidad sencilla para el usuario

Desde la implementación de la modalidad virtual en el programa de Tecnología Empresarial, se ha venido desarrollando un programa de inducción con los estudiantes, en donde se les explican algunos de los conceptos básicos de la modalidad y en donde se desarrollan talleres que

les permiten a los estudiantes familiarizarse con la metodología de trabajo. En el programa la metodología de trabajo es estándar para todas las asignaturas, lo que le permite al estudiante prepararse en el curso de inducción de forma adecuada para poder desarrollar todas las actividades que le serán programadas de primer a último semestre.

Adicional al programa de inducción a la modalidad virtual, la coordinación de programa cuenta con auxiliares administrativos en el área de sistemas dispuestos para brindar soporte tanto a estudiantes como a tutores en todo lo relacionado con los problemas técnicos que puedan presentarse, dudas sobre la metodología de trabajo y dificultades que se puedan presentar en el desarrollo de las actividades propuestas.

De la revisión de las diferentes herramientas de web conferencing que ofrece el mercado, uno de los factores clave para la toma de decisión sobre una herramienta específica fue la navegabilidad. Esto fue importante desde el principio del análisis debido a que por experiencia anterior al proyecto se tenía conocimiento de que algunos estudiantes que se matriculan en la modalidad virtual no cuentan con grandes habilidades informáticas, motivo por el cual era importante seleccionar una herramienta que diera soporte a el proceso formativo de los estudiantes y que tuviera una curva de aprendizaje rápida. Es por esto y por la buena calificación en navegabilidad que la literatura le atribuye a BigBlueButton, que se decidió trabajar con esta herramienta [2].

- **Acceso a tecnologías de información**

El poco acceso a tecnologías de información en los municipios más pequeños del país es un problema que se encuentra fuera del alcance del proyecto, debido a que esto depende de factores económicos y políticos. Sin embargo la universidad cuenta en sus sedes con conexión LAN y conexión a internet que pueden suplir la necesidad de acceso a tecnologías

de información a los estudiantes que no tengan disponible este servicio en su municipio o en su hogar. Está claro que el acceso a internet desde alguna de las sedes de la universidad involucraría un desplazamiento por parte de los estudiantes, pero en el momento esta es la solución que más se ajusta al alcance del proyecto para solucionar este inconveniente.

### **1.3. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD**

#### **1.3.1. Presentación y análisis de los objetivos del proyecto**

##### **1.3.1.1. Objetivo general del proyecto**

Realizar un estudio de pre-factibilidad y diseño del proceso de implementación de la herramienta de software BigBlueButton, para los programas de Tecnología y Gestión Empresarial del Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia de la Universidad Industrial de Santander, que facilite el proceso formativo de los estudiantes y que contribuya al cumplimiento de la misión del instituto con la incorporación de tecnologías de información y comunicación.

##### **1.3.1.2. Consistencia del objetivo general con las estrategias del IPRED y de la UIS**

En el momento en el que se formuló el objetivo general del proyecto, ya se había realizado un análisis de las estrategias y políticas del Instituto y de la Universidad. Es por esto que se puede evidenciar que este se encuentra alineado en lo general con la misión y la visión del Instituto, y en lo particular con el Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual y el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad.

Para conocer la misión y la visión del IPRED puede referirse al anexo 9.

Podemos ver que el objetivo general del proyecto contribuye al cumplimiento de la misión del Instituto dado que la implementación de la herramienta BigBlueButton contribuirá a “...fortalecer la acción de la universidad en las regiones, mediante el cumplimiento de sus funciones de formación...” ya que le permitirá al instituto tener alcance a todo aquel que disponga de una conexión a internet. La implementación de BigBlueButton también contribuye a “...la innovación pedagógica y la incorporación significativa de tecnologías de la información y la comunicación...”.

En cuanto a la visión del Instituto, la implementación de una herramienta como BigBlueButton permite “...la interacción de un mayor número de habitantes y entidades en procesos de formación...” dado que ella por su facilidad de uso y su capacidad de llegar a cualquier lugar con una conexión a internet permitirá el involucramiento de muchas más personas en procesos formativos. En la visión también se puede ver que el objetivo general es factible desde el punto de vista técnico gracias a que “...El Instituto contara con una eficiente y moderna infraestructura física y tecnológica...”.

### **Consistencia del objetivo general con el Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual**

Como se ha mencionado antes el Proyecto de Transformación del Programa de tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual se divide en tres dimensiones que son: Dimensión Pedagógica y Comunicativa, Dimensión Tecnológica y Dimensión Organizacional. En el anexo 13 se menciona de forma breve como el objetivo general del proyecto contribuye a la construcción de las dimensiones y como este mismo se apoya en ellas para ser desarrollado.

### **1.3.1.3. Objetivos específicos del proyecto**

- Realizar un documento de estudio de pre-factibilidad, que permita a la dirección de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial identificar requerimientos tecnológicos, económicos, organizacionales y humanos.
- Realizar pruebas de integración de los componentes de código libre involucrados en el funcionamiento de BigBlueButton que son: Ubuntu, Flex SDK, Ghostscript, Grails, ActiveMQ, ImageMagick, MySQL, Nginx, Red5, Swf Tools, Tomcat, Open Office, FreeSWITCH, Redis y Popcorn.js.
- Diseño de una prueba piloto, implementación y análisis de impacto, buscando que:
  - a) El diseño de la prueba piloto se ajuste a las necesidades y recursos del IPRED como lo indique el estudio de pre factibilidad.
  - b) La implementación de la prueba piloto permita identificar restricciones tecnológicas y metodológicas que no hayan sido contempladas en el estudio de pre factibilidad.

### **1.3.2. Costo financiero probable de la actividad**

A pesar de que el desarrollo de un proyecto puede conllevar a algunos gastos no previstos, en esta sección se busca presentar un estimado, que permita al lector tener una idea de los recursos financieros que se necesitan de una forma muy general para el desarrollo de un proyecto de este tipo. En el anexo 12 se encuentra el detalle del presupuesto probable de la actividad.

De la tabla se puede observar que los costos asociados al desarrollo del proyecto son bajos, y esto se debe a que no se hace necesario una inversión en infraestructura de hardware ya que esta es provista por la Universidad. También se puede notar que el costo en software es nulo, ya que la mayoría de las herramientas son de uso libre y las privativas las provee la universidad gracias al convenio Microsoft Campus Agreement [59].

## **1.4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS**

### **1.4.1. Supuestos**

En esta sección se busca identificar situaciones hipotéticas que se encuentren fuera del control de la actividad que impidan el desarrollo normal de los objetivos propuestos para el proyecto. Dentro de las circunstancias que podrían impedir el cumplimiento de los objetivos del proyecto se identifica lo siguiente:

#### **Impedimentos por parte del investigador para desarrollar el proyecto**

Dado que este proyecto tiene un único autor, en el caso en el que este reportara algún impedimento para el desarrollo del proyecto, ya sea por motivos de salud, familiares o laborales, la experiencia de trabajo desarrollada hasta ahora se iría con él y tomaría tiempo a un nuevo investigador leer y entender toda la información recolectada hasta el momento en el que este evento llegara a ocurrir.

#### **Cambio en las políticas institucionales**

En caso de que se realizara un cambio radical en las políticas institucionales en cuanto a lo que se refiere a la educación virtual, puede hacer que los escenarios y las formulaciones planteadas hasta el momento del cambio no se encuentren del todo alineados con ellas y sea necesario realizar un nuevo análisis que permita replantear el proyecto para lograr el cumplimiento de la nueva normatividad.

#### **Cese de actividades en la Universidad**

La Universidad Industrial de Santander al ser una universidad pública Colombiana se encuentra a menudo expuesta a distintas manifestaciones y huelgas realizadas por parte del estudiantado y del sindicato de trabajadores de las misma, es por esto y porque en repetidas situaciones se ha presentado esta situación, que se expone como una posible causa al no cumplimiento de los objetivos y las actividades propuestas en el proyecto, en el caso de que se presente un cese de actividades de duración considerable.

### **Daño en la infraestructura tecnológica**

En el caso en que se llegara a presentar un daño definitivo en el servidor destinado para la puesta en marcha del servicio o si la infraestructura de red llegara a sufrir algún daño considerable, se vería afectado el desarrollo del proyecto hasta cuando se solucionara la situación.

### **1.4.2. Riesgos**

En esta sección se identifican los riesgos generales del proyecto tanto como para la implementación como para la sostenibilidad. Los riesgos están clasificados en las siguientes categorías: institucionales, comerciales, tecnológicos, económicos, ambientales, y sociales.

#### **Riesgos institucionales**

En cuanto a los riesgos institucionales se puede mencionar que un cambio en la estructura organizacional del IPRED o de la Universidad podría afectar el desarrollo del proyecto, de formas que no es posible determinar, ya que al no contar con estándares con respecto al manejo de las TIC's, las decisiones que se toman en este campo muchas veces están sujetas a las determinaciones de los actores encargados de la dirección en determinado momento. Sin embargo la realización del estudio de pre factibilidad contiene suficiente nivel de detalle como para que los cambios en la estructura organizacional no impacten de manera tan negativa como para evitar el desarrollo y la sostenibilidad del proyecto.

#### **Riesgos comerciales**

En cuanto a los riesgos comerciales se identifica lo siguiente:

- Que la implementación de la herramienta BigBlueButton genere un crecimiento en la demanda del programa y que la coordinación de programa no tenga la capacidad para enfrentar este crecimiento.

- Que la implementación de la herramienta BigBlueButton tenga un impacto negativo en la demanda del programa al no alcanzar la Quality of Experience necesaria y esto afecte la sostenibilidad del proyecto.
- Que las estrategias de mercadeo actuales de los programas no generen un crecimiento suficiente en la demanda y la expansión que se busca con los programas de modalidad virtual no tenga el alcance que se tiene proyectado.

Dado lo anterior, se menciona que el proyecto cuenta con un análisis detallado en cuanto a la Quality of Experience que debería alcanzarse con la herramienta, calidad que será medida en la etapa de prueba piloto por medio de una rigurosa encuesta, que permitirá determinar si el impacto que tiene la herramienta sobre los estudiantes es la ideal. Los riesgos en los que recae responsabilidad sobre la coordinación de programas como lo son las estrategias de mercadeo y la capacidad en caso del crecimiento de la demanda ya han sido discutidas con la coordinación y se están analizando algunas estrategias que tienen en cuenta estos riesgos.

### **Riesgos tecnológicos**

En cuanto a los riesgos tecnológicos se identifica lo siguiente:

- Fallas en el servicio eléctrico de la Universidad.
- Perdida de la información del disco duro debido a una interrupción eléctrica.
- Fallas en la infraestructura de comunicaciones de la Universidad.
- Colapso del servicio a causa de un ataque cibernético.
- Colapso del servicio a causa de una alta concurrencia en el servidor.

Dentro de estos riesgos se han tomado algunas medidas para evitar estos riesgos, en cuanto al servicio eléctrico de la Universidad que presenta caídas de forma constante, se ha logrado solucionar parcialmente conectando la maquina responsable del servicio a una UPS de baja capacidad, el problema con esto es que dicha UPS solo puede asegurar cerca de 20 minutos de flujo eléctrico, lo que resulta poco conveniente cuando lo que se quiere es un servicio que esté

disponible todo el tiempo. Como respuesta a esto la maquina servidor se ha configurado para encenderse tan pronto se reestablece el servicio eléctrico, lo que permite volverá encender la máquina de manera automática cuando esta se encuentra sin supervisión.

A pesar de las precauciones que se han tomado con las suspensiones del servicio eléctrico, existe el riesgo de que durante los apagones que se presenten sin supervisión del equipo este experimente un daño en el disco duro que obligue a la suspensión temporal del servicio de BigBlueButton que podría durar varios días hasta que se solucione la situación. La falta de una máquina que permita hacer un backup del servicio hace todavía más riesgoso un evento de este tipo ya que se tendría que realizar de cero el proceso de instalación y configuración de los servicios en caso de presentarse una situación de perdida de información. En respuesta a esto se han realizado algunas experiencias de uso de la herramienta clonezilla, que permite realizar copias completas de la información contenida en discos duros y restaurarlas de manera sencilla.

Otro de los riesgos tecnológicos a los que está expuesto el servicio de BigBlueButton es un posible ataque cibernético que imposibilite su uso durante un tiempo prolongado. Ante esto se cuenta con el soporte del DSI ante este tipo de ataques cibernéticos. Por su parte BigBlueButton cuenta con una forma segura de realizar las solicitudes al API de la herramienta por medio de una Salt [60] que permite asegurar la fuente de las solicitudes que se realizan al servicio.

El riesgo de colapso del servicio a causa de la concurrencia es un tema que se ha discutido ampliamente con la coordinación de programas y a lo que se ha propuesto la posibilidad de adquirir una maquina servidor que permita tener una escalabilidad en el servicio acorde al crecimiento que se presente en la demanda de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial. Por el momento para solucionar el problema de la concurrencia, se ha explorado la posibilidad de realizar llamadas al API de BigBlueButton y a la base de datos que permitan

determinar la concurrencia en el servicio, para poder llevar un control del mismo y evitar que se presenten situaciones de cargas muy altas en el servidor.

### **Riesgos económicos**

En cuanto a los riesgos económicos se identifica lo siguiente:

- Que la inversión a realizar en este proyecto no de los resultados esperados al no contribuir en el aumento de la capacidad formativa con la que cuenta el Instituto actualmente.
- Que la coordinación de programas de Tecnología y Gestión Empresarial sufra un recorte presupuestal en el futuro que atente a la sostenibilidad del proyecto.
- Que el instituto no reevalúe su presupuesto actual en inversión a tecnología y personal administrativo de soporte, ya que a medida que se presente un aumento en el cuerpo estudiantil se hará necesario contar con una mayor capacidad tecnológica y de recurso humano en el área de mantenimiento y soporte.

A causa de los riesgos presentados anteriormente es que la implementación de este proyecto ha abordado un estudio de pre factibilidad lo suficientemente detallado, con el fin de asegurar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, evitando la pérdida de la inversión a realizar y el interés del Instituto de realizar este tipo de proyectos.

El tema de reevaluar la inversión en recursos tecnológicos y de recurso humano es algo que se ha discutido ampliamente con la coordinación de programa y en respuesta a esto se analiza la opción de recibir soporte tecnológico y administrativo por parte de la división de servicios de información de la Universidad, ya que ellos cuentan con suficiente presupuesto y personal para adquirir y administrar los proyectos en tecnologías de información del Instituto. El inconveniente con esta propuesta es que esto podría entorpecer la gestión de

dichos recursos dados los trámites administrativos necesarios para realizar solicitudes de modificación y mantenimiento de la plataforma.

### **Riesgos ambientales**

El principal riesgo ambiental que se presenta es incurrir en un alto consumo de energía eléctrica, lo que podría impactar el ambiente debido a la producción de CO2 que se da al generar la electricidad. Es por esto que dentro de las opciones planteadas para solucionar este problema ambiental se plantea la utilización de máquinas virtuales, con el fin de reducir el consumo energético requerido para garantizar una disponibilidad total del servicio.

### **Riesgos sociales**

En cuanto a riesgos sociales se identifica lo siguiente:

- Que debido al analfabetismo digital presente en el país los estudiantes no alcancen la Quality of Experience necesaria con BigBlueButton para que el proyecto sea viable.
- Que el acceso a las tecnologías de información en los distintos municipios del departamento no tenga un crecimiento suficiente para permitir a la población tener un mayor acceso a programas educativos a distancia mediados por herramientas web.

Para evitar que el analfabetismo digital interfiera con la viabilidad del proyecto se han planteado distintas estrategias que apuntan a la búsqueda de una experiencia de uso de la herramienta agradable para todos los usuarios y con una curva de aprendizaje relativamente rápida. Esto se refleja desde los primeros planteamientos del proyecto, en los cuales se indica que la decisión de hacer uso de la herramienta BigBlueButton está dada por que no requiere de mayores habilidades informáticas por parte de los usuarios para poder participar de las actividades formativas propuestas por los programas de Tecnología y Gestión Empresarial. Para evitar una baja Quality of Experience, el proyecto busca evaluar por medio de pruebas piloto y con encuestas basadas en el estudio de literatura

relacionada con la medición de QoS que el motivo por el cual se escogió trabajar con BigBlueButton se encuentra bien fundamentado y que este tipo de herramientas puede tener un impacto positivo en la actitud y la percepción de los estudiantes en procesos formativos.

El impacto negativo que tendría la falta de crecimiento en los accesos a tecnologías de información en los municipios del departamento es algo que se escapa del alcance del proyecto. Sin embargo los estudiantes tienen a su disposición los recursos tecnológicos y de red de las sedes de la Universidad, lo que podría aliviar un poco esta situación para los estudiantes que viven cerca a alguna de ellas.

## **1.5. ANÁLISIS PRELIMINAR DE SOSTENIBILIDAD**

En el anexo 14 se encuentra un resumen acerca de los factores de impacto positivo y negativo sobre la sostenibilidad que se identificaron secciones anteriores del documento.

## **1.6. FACTIBILIDAD PRÓXIMA A LA ETAPA DE DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN**

### **1.6.1. Acciones complementarias**

Para la realización de la etapa de diseño de implementación se hace necesario realizar una revisión de los términos de referencia necesarios para su desarrollo. Esto se hace con el fin de asegurar la trazabilidad entre el análisis de pre factibilidad y el diseño de implementación.

Como primera medida es importante mencionar que el motivo por el cual se decide realizar un estudio de pre factibilidad basado en BigBlueButton como la opción ideal para el desarrollo del proyecto, es porque en el análisis de plataformas realizado en el plan de proyecto se identificó dicha plataforma como aquella que cumple con las especificaciones planteadas inicialmente, ya que en

reuniones preliminares con la coordinación de programas se estableció que la plataforma debía tener las siguientes características:

- Capacidad para realizar transmisión de video y voz en múltiples vías.
- Capacidad para realizar presentaciones.
- Integración con la plataforma Moodle.
- Uso de la plataforma sin la necesidad de realizar instalaciones de software complejas.
- Simplicidad en el uso.
- Opción para compartir escritorio.
- Bajo costo.

Por las razones expuestas anteriormente y basados en artículos científicos sobre las experiencias de uso en las diferentes plataformas que existen en el mercado, se decide hacer uso de BigBlueButton y realizar el estudio de pre factibilidad basados en esta herramienta. Esto va de la mano con la metodología para la realización de estudios de pre factibilidad, en donde se expone que este puede ser realizado en base a diferentes opciones o en una sola opción, lo que hace valida la situación ante la metodología de estudio seleccionada.

Ya habiendo seleccionado la plataforma de Web Conferencing y habiéndose definido que la necesidad de esta herramienta nace por el interés del instituto de expandir el alcance de sus programas formativos al eliminar los problemas asociados a las barreras geográficas, el autor por su experiencia de trabajo en el IPRED como auxiliar administrativo, detecta la necesidad de determinar como el uso de videoconferencias puede influir de manera positiva en las experiencias de aprendizaje de los estudiantes, al crear en ellos una ilusión de presencia física, que les permite desarrollar sus actividades educativas con una mayor percepción dado que los estímulos visuales y auditivos se asemejan más a las experiencias físicas, creando en ellos una sensación de mayor acompañamiento, involucramiento e interacción en las actividades propuestas. Es así que se aborda el estudio de la teoría sobre la Quality of Experience en ambientes virtuales, de

donde se extraen los fundamentos teóricos para medir por medio de pruebas piloto y la elaboración de encuestas la veracidad de los beneficios que se le atribuyeron a la plataforma anteriormente. Todo lo anterior con el interés de no sacrificar la calidad de las experiencias formativas en pro del crecimiento del alcance territorial de las labores académicas del Instituto.

Otro de los interés planteados en la formulación del proyecto fue aprovechar la documentación del IPRED sobre su incursión en el mundo de la educación virtual, dado que es el primer esfuerzo por parte de la Universidad que ha logrado consolidarse de manera sostenible en esta modalidad y es por esto que se realizó un análisis extenso de los lineamientos planteados en el informe del Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual, buscando que los parámetros planteados para el proyecto de implementación de BigBlueButton se encontraran alineados con la realidad institucional y para tener certeza de la viabilidad del proyecto dado expuesto en las dimensiones pedagógica, tecnológica y organizacional del informe de transformación. Es por esto que las acciones a realizar en el diseño de implementación deben tener en cuenta este informe de pre factibilidad en todas sus etapas con el fin de no incurrir en diferencias conceptuales entre lo que se diseña y lo que ya ha sido establecido en el proyecto de transformación a la modalidad virtual.

El seguimiento del estudio de pre factibilidad en el diseño de implementación de la herramienta brinda una guía acerca de la capacidad organizacional y tecnológica del Instituto, con el fin de no incurrir en un diseño de implementación que no esté acorde con las capacidades y restricciones que el IPRED tiene en estos aspectos. Es muy importante realizar un diseño de implementación acorde con la capacidad, los problemas y los riesgos que se presentan dentro del IPRED, con el fin de desarrollar un diseño de implementación sostenible, que no alargue el ciclo de desarrollo del proyecto. En el anexo 15 se encuentra un resumen de las fuentes bibliográficas y de los documentos que pueden ser de gran ayuda en el proceso de implementación de BigBlueButton.

### **1.6.2. Experticia Requerida para la implementación de BigBlueButton**

A continuación se mencionan algunos de los conocimientos necesarios para la realización de la etapa de diseño de implementación:

- Conocimientos en administración e instalación de servidores en sistemas Linux.
- Conocimientos en administración, instalación y configuración de servicios Web en sistemas Linux.
- Conocimiento en administración de la plataforma Moodle.
- Conocimiento en metodologías formativas que involucran ambientes virtuales de aprendizaje.
- Buen manejo del inglés.
- Administración e instalación de máquinas virtuales.
- Conocimientos en bases de datos.
- Conocimiento en lenguajes de programación web.

## **2. DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN**

### **2.1. ASPECTOS GENERALES DE IMPLEMENTACIÓN**

A partir del estudio de pre factibilidad se logran identificar parámetros que delimitan y dan forma al diseño de implementación más adecuado para el Instituto, dados los recursos tecnológicos disponibles y la estructura organizacional y pedagógica de los programas.

#### **2.1.1. Aspectos tecnológicos**

##### **2.1.1.1. Hardware para la implementación**

El equipo desarrollador de BigBlueButton recomienda para un desempeño normal de un servidor contar con por lo menos 4GB de memoria RAM y un procesador de

4 núcleos a 2.6+ Ghz. Los desarrolladores señalan que a menor capacidad del servidor mayor cantidad de latencia se presentará en el servicio de audio.

Debido a que el servidor del Instituto no dispone de suficiente capacidad disponible para la implementación de un nuevo servicio se decide realizar la implementación de BigBlueButton en un equipo Desktop, con el fin de no afectar la carga del servidor productivo de manera negativa y perjudicar la ejecución de otros servicios importantes.

La máquina designada para las pruebas cuenta con las siguientes especificaciones:

- **Procesador:** 2x AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 5600+
- **Memoria:** 4056MB
- **Disco duro:** 219.8 GiB

Esta máquina tiene una capacidad de procesamiento inferior a la recomendada por los desarrolladores de BigBlueButton, sin embargo no se cuenta con disponibilidad de otros equipos en el momento y las pruebas deberán desarrollarse teniendo en cuenta que esto genera una limitación en el número de usuarios que pueden interactuar por voz sin sacrificar calidad de audio.

#### **2.1.1.2. Sistema operativo**

Actualmente el servidor del Instituto cuenta con SuSe como sistema operativo. La opción lógica sería realizar la instalación de BigBlueButton en la máquina de pruebas con el sistema operativo SuSe para lograr un eventual paso a productivo de una manera sencilla. Desafortunadamente el desarrollo y el soporte de la plataforma se encuentran disponibles para Ubuntu en su versión 10.04 64-bit. Es por esto que el sistema operativo instalado en la máquina de pruebas es Ubuntu, con el fin de garantizar una documentación y un soporte sólido para la configuración y actualización de la herramienta.

### **2.1.1.3. Modo de instalación**

En el estudio de pre factibilidad se mencionan las bondades de la virtualización y dada la estructura del servidor del Instituto una máquina virtual sería la única forma de realizar una instalación de BigBlueButton en Ubuntu sobre el sistema operativo SuSe del servidor productivo. Sin embargo dado que el servidor de pruebas se encuentra totalmente destinado a la instalación de BigBlueButton se decide hacer una instalación tradicional del sistema operativo para aprovechar todos los recursos de la máquina.

### **2.1.1.4. Versión de BigBlueButton**

Para el montaje de prueba de BigBlueButton se decide trabajar con la versión 0.71a por ser una versión estable de la plataforma. Actualmente se encuentra disponible la versión estable 0.8 de la plataforma, pero después de realizar un análisis se define que sus ventajas sobre la versión 0.71a se encuentran en la función de Playback de las sesiones y como no es objeto del estudio explorar dichas funcionalidades, se decide seguir trabajando con la versión 0.71a.

### **2.1.1.5. Back-End de BigBlueButton**

BigBlueButton no cuenta con un back-end que permita crear o eliminar salas ni llevar un control detallado de las videoconferencias propuestas. Sin embargo la herramienta cuenta con un API que permite realizar todas estas implementaciones al usuario. En el caso del IPRED se decide utilizar un plug-in desarrollado por terceros para BigBlueButton que permite integrar salas de videoconferencia en el LMS Moodle. Esta integración permite a los estudiantes del IPRED participar en videoconferencias en un ambiente en el cual ellos ya se encuentran familiarizados y sin necesidad de realizar nuevos registros de usuario.

El plug-in de integración con Moodle cumple con las funciones básicas, que son creación, modificación y eliminación de salas de videoconferencia, restricción de desarrollo de videoconferencias únicamente con moderadores presentes y acceso único a estudiantes con registro en la plataforma Moodle.

Para exploración de funciones más avanzadas se recomienda dar un vistazo al API de la aplicación [61].

#### **2.1.1.6. Tipo de conexión**

La implementación de BigBlueButton en el Instituto de proyección regional tiene como ventaja las conexiones de alta velocidad que existen entre las diferentes sedes de la universidad. Esto permite asegurar conexiones estables y de alta velocidad entre los usuarios que se encuentren conectados a la red de la universidad, asegurando así la calidad del servicio.

La universidad también cuenta con conexiones de Internet de alta velocidad que permite a los estudiantes que no tienen acceso a alguna de las sedes la posibilidad de conectarse a la plataforma BigBlueButton y desarrollar sus actividades. Sin embargo a pesar de que el servidor cuenta con un amplio ancho de banda al encontrarse en el campus central de la universidad, no se puede asegurar que los estudiantes cuenten con una conexión estable y con una velocidad suficiente para garantizar una buena calidad del servicio.

El servidor cuenta con dos direcciones IP que permiten a conexión de los usuarios desde Internet e Intranet. La IP 190.124.101.188 y la IP 192.168.50.138 que tiene asignada la URL <http://eaddev.uis.edu.co/>, que permite el acceso vía Internet. El plug-in que realiza la integración con Moodle se encarga de gestionar la conexión de los usuarios en la plataforma haciendo uso de una Salt que permite el acceso a BigBlueButton de manera segura y que restringe la conexión de usuarios no deseados.

#### **2.1.1.7. Vías de comunicación de voz**

Como se menciona en el análisis de pre factibilidad, FreeSwitch el componente de voz de BigBlueButton es el servicio que tiene mayor consumo de recursos del servidor. Es por esto que para el desarrollo de las actividades es muy importante determinar cuáles son las necesidades de comunicación para las sesiones.

En una clase típica la dinámica de comunicación se da de 1 (el tutor) a muchos (los estudiantes), en una comunicación en la que la mayor parte del tiempo el tutor transmite y los estudiantes escuchan. Teniendo esto en cuenta si los estudiantes reservan el uso de transmisión solo para los momentos en los que sea estrictamente necesario, se puede lograr un ahorro de recursos del servidor que contribuye a la preservación de la calidad del audio en las sesiones.

#### **2.1.1.8. Backup de la plataforma**

Para el backup de la plataforma se hace uso de la herramienta Clonezilla que permite la clonación de discos y particiones. Se decide trabajar con Clonezilla [62] debido a que es una herramienta de software libre tal como BigBlueButton y por qué permite clonar discos y restaurarlos posteriormente de una manera rápida y sencilla.

#### **2.1.1.9. Control de concurrencia**

Para tener una calidad óptima durante el desarrollo de las actividades en BigBlueButton se hace necesario tener un control adecuado de la concurrencia en el servidor, debido a que dadas su capacidad de procesamiento promedio, altas cargas de usuario podrían repercutir en la calidad de las sesiones e incluso en un colapso total del servicio. Es por esto que se recomienda mantener la creación de recursos de videoconferencia bajo notificación al área encargada de TI, quienes deben encargarse de agendar las actividades y asegurar que no existan picos de concurrencia que puedan afectar el servicio.

También se recomienda que la creación de las salas se realice con la restricción de moderación que solo permite a los estudiantes unirse a las salas cuando el tutor se encuentra presente. De esta forma se tiene un mayor control sobre el número de conexiones simultáneas que se puedan presentar en el servidor.

#### **2.1.1.10. Uso de documentos de office en la versión 2003**

BigBlueButton tiene dificultades para interpretar algunos elementos y formatos que se manejan en las versiones más recientes de la suite office. Es por eso que se recomienda el uso de documentos de office en la versión 2003, ya que los desarrolladores de la plataforma aseguran soporte total de este tipo de documentos en el módulo de presentación.

### **2.1.2. Aspectos organizacionales**

#### **2.1.2.1. Rol del personal administrativo del IPRED**

En la implementación de BigBlueButton la participación de la coordinadora de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial y de la coordinadora de virtualización se refleja en la asignación de los recursos necesarios para el desarrollo de las tareas de montaje de BigBlueButton. La gestión del personal administrativo permitió disponer de los equipos de hardware necesarios para la instalación de la herramienta, gestionar la asignación del dominio eaddev.uis.edu.co que permite a los usuarios acceder a la plataforma desde internet, la convocatoria a docentes, estudiantes y personal administrativo a participar activamente en la prueba piloto y la reserva de las salas de computo necesarias para el desarrollo de las actividades.

El personal administrativo también ejerce control sobre la concurrencia en BigBlueButton al estar encargado de recibir y gestionar las solicitudes de creación de recursos de videoconferencia en la plataforma Moodle, con el fin de asegurar que no se exceda la capacidad del servidor y que el personal de soporte técnico se encuentre disponible para atender cualquier dificultad que pueda presentarse. También es labor del personal administrativo abrir los espacios necesarios para la promoción y capacitación para el uso de la herramienta.

El personal administrativo también ha jugado un papel importante en las acciones futuras del proyecto ya que ha logrado gestionar la adquisición de un nuevo servidor para el IPRED con el cual será posible ampliar el número de conexiones simultáneas a la plataforma de videoconferencia.

### **2.1.2.2. Rol del tutor**

La participación de los tutores en el proceso de implementación de BigBlueButton se ve reflejada en su interés en participar en el desarrollo de la prueba piloto y de realizar sesiones de uso de la herramienta en sus actividades con estudiantes que se encuentran en municipios alejados.

La identificación por parte del tutor de los estudiantes que no tienen la posibilidad de participar de tutorías presenciales y su interés en involucrar a dichos estudiantes en un desarrollo mucho más participativo de sus actividades académicas, permite la creación de escenarios reales para el uso de la herramienta.

La inclusión de la herramienta por parte del tutor en actividades de presentación de proyectos por parte de estudiantes, permite la presentación de la BigBlueButton a los estudiantes como una plataforma que les permite realizar exposiciones de sus proyectos y realizar actividades académicas colaborativas rompiendo las barreras geográficas.

Debido a que las tutorías presenciales tradicionales hacen uso de la escritura en tablero como uno de los medios principales de presentación de información en clase, el uso de una herramienta como BigBlueButton puede resultar ser un paradigma para los tutores y es por esto que su interés en el desarrollo de contenidos digitales para realizar presentaciones en la plataforma es de vital importancia para la implementación formal de la herramienta.

### **2.1.2.3. Rol de los auxiliares en tecnologías de información del IPRED**

Actualmente los auxiliares de TI del instituto son los encargados de gestionar los contenidos en la plataforma Moodle, de brindar soporte técnico en el uso de Moodle a los estudiantes y de realizar desarrollo web para cubrir necesidades de software que se van presentando. Es por esto que su papel en la implementación de BigBlueButton también es importante debido a que ellos serán los encargados de crear el recurso de videoconferencia en los cursos de Moodle que la coordinación solicite, de brindar soporte sobre el uso de BigBlueButton y de

resolver cualquier dificultad técnica que pueda presentarse a estudiantes, tutores y personal administrativo. El soporte a los usuarios es de vital importancia debido a que la no resolución de problemas relacionados con la plataforma por parte de los usuarios generará frustración en ellos y eventualmente generaran rechazo a la plataforma.

Los auxiliares de TI encargados de las parte de programación podrían eventualmente desarrollar una solución para el control de concurrencia en BigBlueButton programando una aplicación web basada en el API de la herramienta para poder supervisar el uso del recurso de una manera más eficiente.

#### **2.1.2.4. Rol del administrador de servidores del IPRED**

El administrador del servidor es la persona que quedará encargada de asegurar el correcto funcionamiento del servicio y de tomar las medidas necesarias para reestablecerlo si llegaran a existir dificultades técnicas. El autor del proyecto hace entrega de este documento al administrador de servidores con el fin de que tenga en cuenta todas las consideraciones técnicas de la puesta en marcha, mantenimiento y fuentes de información como foros de usuarios e instructivos técnicos acerca de BigBlueButton.

Se ha hablado de una eventual transición de servidor para la puesta en marcha de BigBlueButton en un servidor productivo. En este caso será tarea del administrador de servidor realizar la migración del servicio a la nueva máquina y realizar los ajustes que considere necesarios para el funcionamiento del mismo.

También será tarea del administrador de servidores analizar las ventajas que pueden traer nuevas versiones de BigBlueButton e implementarlas si se determina que pueden ser benéficas para los usuarios y para la expansión del servicio.

### **2.1.3. Aspectos pedagógicos**

#### **2.1.3.1. Preparación de contenidos para la videoconferencia**

El uso de BigBlueButton ofrece facilidades a los tutores para desarrollar sus clases de forma dinámica y remota con sus estudiantes, pero estas ventajas suponen un esfuerzo por parte de los mismos debido a que el uso de la plataforma requiere desprenderse de los métodos tradicionales como el uso del tablero e incursionar en el desarrollo de contenidos digitales para el desarrollo de las sesiones de videoconferencia.

La buena disposición de los tutores a esta nueva metodología asegura el buen desarrollo de las videoconferencias y el interés de los estudiantes en los temas que se están impartiendo.

#### **2.1.3.2. Curva de aprendizaje de BigBlueButton**

El uso de BigBlueButton supone una rápida curva de aprendizaje que puede ser de gran ayuda con estudiantes que no poseen habilidades en el uso de tecnologías de información. Las actividades de inducción a la herramienta y el uso del material de presentación que se encuentra en el anexo 1 facilitaran a los estudiantes el desarrollo de las actividades de videoconferencia.

## **3. IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBA PILOTO Y ANALISIS DE RESULTADOS**

### **3.1. METODOLOGÍA DE LA PRUEBA PILOTO**

La prueba piloto se realiza como una de las tutorías habituales del instituto, en la que el tutor imparte conocimiento a los estudiantes acerca de temas de la asignatura con el soporte de los equipos de videoconferencia del CENTIC, solo que esta vez lo hará a través de BigBlueButton con estudiantes que se encuentran en otra aula en el mismo campus universitario. El tema de la tutoría es la

presentación de la plataforma BigBlueButton en donde el objetivo es que los participantes aprendan acerca de sus funcionalidades y realicen actividades que les permitan experimentar con la plataforma y reforzar los conocimientos impartidos, con las actividades también se busca determinar si los estudiantes han logrado asimilar lo que se ha explicado. Durante la prueba el personal de apoyo a la actividad realizara anotaciones acerca de las dificultades que se presenten en su desarrollo. Posterior a la actividad se aplicara una encuesta a los participantes con la que se busca medir su Quality of Experience.

Los objetivos principales de la prueba piloto son los siguientes:

- Desarrollar una actividad que permita a los participantes conocer las diferentes funcionalidades de la herramienta.
- Detectar problemas que no se hayan identificado en la etapa de análisis de pre factibilidad.
- Medir la Quality of Experience de los usuarios para saber si consideran a BigBlueButton como una herramienta útil para el desarrollo de sus actividades formativas.
- Determinar si BigBlueButton aporta positivamente a las experiencias formativas dada la sensación de presencia que involucra.

### **3.1.1. Descripción de la actividad**

Para el desarrollo de la actividad se plantean 3 roles los cuales son:

- Tutor
- Estudiante
- Observador

La persona que hace las veces de tutor se ubicara en la oficina de sistemas del IPRED o desde cualquier otra ubicación dentro del campus universitario que cuente con una conexión a internet y/o intranet cableada. Desde allí impartirá una clase acerca del uso de BigBlueButton y sus funcionalidades por medio de una actividad encaminada a que los participantes aprendan acerca de la herramienta

haciendo uso de ella. Con esto también se busca que los participantes identifiquen los beneficios y dificultades que el uso de BigBlueButton podría traer al desarrollo de sus actividades formativas.

Para esta prueba no es necesario que los participantes en el rol de estudiantes tengan conocimiento previo acerca del uso de BigBlueButton, solo basta con que se encuentren registrados en la plataforma Moodle y que tengan un poco de experiencia haciendo uso de ella.

Los observadores son el personal de soporte que brindara ayuda técnica y dará guía a los participantes en el desarrollo de la actividad. Los observadores también serán las personas encargadas de ejecutar las encuestas al final de la experiencia, identificar las dificultades conceptuales que tengan los participantes en el uso de BigBlueButton y los problemas técnicos que se presenten.

Para efectos prácticos y para evitar una sobrecarga en el servidor, se recomienda que el número de participantes no supere las 20 personas.

### **3.1.2. Requerimientos para el desarrollo de la actividad**

Para el desarrollo de la actividad son necesarios los siguientes recursos tecnológicos:

- Sala de computo SAVIA
- Videobeam
- 1 computador portátil
- 2 cámaras web
- 2 diademas con micrófono
- 1 memoria USB
- 1 parlantes

Adicionalmente los equipos de cómputo deben cumplir las siguientes especificaciones:

- Conexión estable a internet (cableada)
- Adobe Flash Player (en su última versión)

- Java (en su última versión)

Para el desarrollo de la actividad también es necesario que se realice previamente el siguiente montaje:

- Creación de un curso para la actividad en la plataforma Moodle
- Creación del recurso BigBlueButton en el curso creado.
- Matricula de los participantes en el curso con sus respectivos roles
- Configuración de cámara y micrófono en uno de los equipos de la Savia. Este puede ser el que se encuentra designado para el tutor.

### **3.1.3. Guion de la actividad**

Suponiendo que ya se han dispuesto las consideraciones previas al desarrollo de la actividad, los observadores deben indicar a los participantes en la sala de cómputo que el objetivo de la clase es presentarles una herramienta que les permitirá participar en actividades académicas colaborativas poniendo de lado las dificultades que traen consigo las diferentes ubicaciones geográficas de los estudiantes y los tutores. Los observadores también deben explicar a sus estudiantes que la clase se realizara con el apoyo de la herramienta BigBlueButton en comunicación con el tutor quien se encuentra en otra ubicación dentro del campus universitario, con el fin de que ellos experimenten con la herramienta y brinden sus impresiones acerca de la misma al finalizar la clase.

Después de explicar el objetivo de la sesión los observadores deben proceder a presentar el orden de la tutoría, que es el siguiente:

1. Acceso a la plataforma de aprendizaje en línea.
2. Acceso al curso dispuesto para la actividad.
3. Acceso al recurso de BigBlueButton.
4. Configuración de cámara y audio.
5. Carga de la presentación.
6. Presentación de los módulos de BigBlueButton
  - Módulo de usuarios

- Módulo de voz
  - Módulo de vídeo
  - Módulo de presentación
  - Módulo de chat
7. Conformación de grupos de trabajo
  8. Desarrollo por parte de los grupos de una presentación acerca de sus impresiones sobre BigBlueButton
  9. Presentación del trabajo realizado por cada uno de los grupos.
  10. Aplicación de la encuesta
  11. Preguntas y respuestas

En el anexo 6 se encuentra en detalle el guión del orden de la tutoría.

### **3.2. DISEÑO DE LA ENCUESTA PARA DETERMINAR LA QUALITY OF EXPERIENCE**

La medición de la Quality of Experience de cualquier entorno virtual es importante, ya que esta nos permite determinar el éxito o el fracaso de un ambiente virtual frente a los usuarios. Si la QoE en un entorno virtual es baja, los usuarios perderán el interés en él y dejarán de usarlo eventualmente. Además de lo mencionado anteriormente también se busca que la medición de la QoE permita determinar que la sensación de presencia que ofrece BigBlueButton aporta de manera positiva a la educación virtual. Para resumir la hipótesis que se plantea, es que la sensación de presencia que brinda BigBlueButton influye en la motivación de los estudiantes y en la confianza que tienen los estudiantes en los programas en modalidad virtual, dado esto, su interés y su rendimiento en las labores académicas se verán impactados de manera positiva.

En la literatura se menciona que la QoE se determina a partir de la proximidad de las experiencias subjetivas que se presentan en un entorno virtual con las que se presentan en el mundo real. Al hablar de la proximidad que existe entre las

experiencias subjetivas en un entorno virtual y el mundo real, se discute acerca de la presencia que experimenta el sujeto en el entorno, ya que si la experiencia en ambos entornos debe aproximarse, el sujeto debería sentir en el entorno virtual que él y con lo que interactúa se encuentran “allí”.

En el informe de pre factibilidad se menciona que existen tres enfoques bajo los cuales se puede medir la respuesta de seres humanos a un entorno los cuales son:

- Medidas subjetivas: en donde se pregunta a las personas como se sienten.
- Medidas de desempeño: en donde se observa cómo se comportan las personas.
- Medidas fisiológicas: en donde se miden las respuestas involuntarias del cuerpo.

Son del interés de este estudio las medidas subjetivas y las medidas de desempeño, ya que en el estudio de pre factibilidad se determina que la toma de medidas fisiológicas se encuentran fuera del alcance del proyecto metodológico y económico del proyecto.

Sobre las medidas subjetivas se resaltan tres tipos de preguntas que son las siguientes:

- **Tipo factual:** recolectan información objetiva que podría ser observada de otras maneras menos convenientes (ej. La edad, años de experiencia con computadoras, nivel de educación).
- **Tipo opinión:** preguntan acerca de los pensamientos de la persona acerca de estímulos externos, otras personas o artefactos.
- **Preguntas de actitud:** preguntan acerca de la respuesta interna de las personas a eventos y situaciones relacionadas a un producto en particular.

En el estudio de pre factibilidad se profundiza acerca de las preguntas de actitud que se puede hacer a los usuarios acerca de los sistemas computarizados y estas se dividen en las siguientes dimensiones:

- Los sentimientos de los usuarios de ser eficientes
- El grado en que a los usuarios les gusta el sistema
- Que tan útil siente el usuario que es el sistema
- En que extensión el usuario se siente en control de las interacciones.
- Si el usuario siente que puede aprender más acerca del sistema usándolo.

En diferentes estudios presentados como referencia en el análisis de pre factibilidad acerca de la realización de cuestionarios, se hace referencia a las escalas Likert-like de siete puntos como un buen método para recolectar información acerca de las actitudes de los participantes. También se define que el uso de cuestionarios resulta ser más popular en este tipo de estudios ya que las entrevistas demandan mucho tiempo y costos muy altos. Sin embargo se resalta que a pesar de que los cuestionarios parecen simples de diseñar, requieren un análisis profundo con el fin de evitar inconsistencias que den como resultado final información inútil.

Los psicólogos utilizan dos criterios con el fin de asegurar la precisión de las mediciones de eventos internos y estos son:

- Confiabilidad
- Validez

La confiabilidad consiste en la capacidad de un instrumento de hacer la misma medición cada vez que sea usado. Un método para medir la confiabilidad es realizando varias preguntas acerca de cierta condición particular, y comparar sus resultados al final. Si las preguntas son confiables entonces la probabilidad de que la pregunta sea contestada correctamente estará positivamente correlacionada con el puntaje general de otras preguntas sobre la misma condición particular.

La validez consiste en determinar si el cuestionario e realidad está midiendo lo que dice estar midiendo. La forma más simple de determinar la validez es haciendo uso de una metodología llamada validez predictiva, en donde las respuestas del

cuestionario se comparan con el comportamiento que se pueda observar del encuestado. Como ejemplo tenemos que si las personas tienen predilección por cierta tecnología en particular el cuestionario debería predecir que estarían dispuestos a usarla de nuevo. Si ellos se niegan a usarla una segunda vez, la validez del cuestionario estaría bajo sospecha.

### **3.3. CONSTRUCCIÓN DEL CUESTIONARIO**

Dado lo planteado anteriormente se clasifican las preguntas según las tres categorías mencionadas que son:

- Preguntas factuales
- Preguntas de opinión
- Preguntas de actitud

Las preguntas de actitud se formulan de acuerdo a seis condiciones particulares, que buscan determinar la QoE, el impacto de la sensación de presencia en los participantes y problemas asociados con la herramienta que no se reconocieron en la etapa de diseño de implementación. Las condiciones particulares o dimensiones son las siguientes:

- Sentimiento de los usuarios de ser eficientes
- Grado en que a los usuarios les gusta el sistema
- Que tan útil siente el usuario que es el sistema
- En que extensión los usuarios se sienten en control de las interacciones.
- Grado en el que el usuario siente que puede aprender más acerca del sistema usándolo.
- Inmersión del usuario en el sistema.

La clasificación de las preguntas en estas condiciones particulares permitirá más adelante determinar la confiabilidad del cuestionario. Algunas de las preguntas que se encuentran dentro de las condiciones particulares se formularan de

maneras diferentes con el fin de determinar la validez del cuestionario. Junto a cada pregunta se encuentra un número, que relaciona la pregunta con otra pregunta del cuestionario.

Las preguntas de actitud contenidas dentro de las condiciones particulares tendrán como métrica una escala Likert de siete puntos, ya que como se ha mencionado antes, en la literatura se recomienda el uso de esta métrica para preguntas de actitud, dada su efectividad demostrada en numerosos estudios.

Para conocer las preguntas puede referirse al anexo 11.

#### **3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA PILOTO**

El día miércoles 2 de octubre de 2013 se realizan en el CENTIC de la Universidad Industrial de Santander las pruebas de la herramienta BigBlueButton en presencia de estudiantes, docentes, auxiliares y personal administrativo.

En total participan de la prueba 25 personas, que se conectaron a BigBlueButton a través de la plataforma de aprendizaje en línea del instituto y participaron activamente en el desarrollo de la actividad propuesta.

Hasta el momento de la prueba piloto solo se habían realizado conexiones con grupos no mayores a 5 personas, por lo que no se sabía cómo iba a reaccionar el servidor a una carga 5 veces mayor, dados los limitados recursos que se han mencionado anteriormente. A pesar de sus limitaciones de hardware el desempeño de los servicios de audio y video tuvieron una calidad favorable para el desarrollo de la prueba, invitando a pensar que se podrían obtener muy buenos resultados si se contara con una máquina de mayor capacidad.

Durante la prueba los participantes lograron comprender sin mayor dificultad las funcionalidades de BigBlueButton, comprobando así las opiniones de los desarrolladores de la plataforma en cuanto a su rápida curva de aprendizaje.

### **3.4.1. Análisis de encuestas**

Durante el diseño de las encuestas se tuvo en cuenta la inclusión de factores que facilitarían la medición de la confiabilidad y la validez del instrumento, ya que el objetivo principal era poder determinar de la forma más precisa la Quality of Experience de los participantes. Es por esto que antes de llegar a alguna conclusión a partir de los datos se comprobó que el instrumento contara con suficiente confiabilidad y validez.

Para ampliar la información acerca de las respuestas de los participantes se puede referir al Anexo 3 - Análisis de Respuestas.

#### **3.4.1.1. Análisis de Confiabilidad**

Como se mencionó en el estudio de pre factibilidad para lograr la medición de la QoE se determinaron en la encuesta preguntas tipo Likert en escala de 7 puntos, agrupadas en condiciones particulares que según la literatura permiten una medición aproximada de la QoE de los usuarios.

La confiabilidad del instrumento se mide haciendo uso del alfa de Cronbach que nos permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida como lo es la Likert-Like de 7 puntos.

Las condiciones particulares mencionadas anteriormente para la medición de la QoE son:

- El usuario siente que puede aprender más acerca del sistema usándolo.
- En que extensión los usuarios se sienten en control de las interacciones.
- Grado en que a los usuarios les gusta el sistema.
- Inmersión del usuario en el sistema.
- Que tan útil siente el usuario que es el sistema.
- Sentimientos de los usuarios de ser eficientes.

Para las diferentes condiciones particulares se obtienen los siguientes coeficientes de confiabilidad a partir de la correlación de sus preguntas.

**Tabla 7. Coeficientes de Confiabilidad**

<b>Condición particular</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>
El usuario siente que puede aprender más acerca del sistema usándolo	0,85
En que extensión los usuarios se sienten en control de las interacciones	0,93
Grado en que a los usuarios les gusta el sistema	0,84
Inmersión del usuario en el sistema	0,98
Que tan útil siente el usuario que es el sistema	0,85
Sentimientos de los usuarios de ser eficientes	0,94

**Fuente: Autor**

Teniendo en cuenta los resultados anteriores podemos asegurar que existe una confiabilidad alta en las condiciones particulares y que los puntajes generales obtenidos para cada una de ellas son determinantes. En la siguiente tabla se puede observar cual fue el puntaje promedio general para cada una de las condiciones particulares.

**Tabla 8. Promedio General de Condiciones Particulares**

<b>Condición particular</b>	<b>Promedio general</b>
El usuario siente que puede aprender más acerca del sistema usándolo	5,8
En que extensión los usuarios se sienten en control de las interacciones	6,0
Grado en que a los usuarios les gusta el sistema	6,0
Inmersión del usuario en el sistema	5,9

Que tan útil siente el usuario que es el sistema	5,9
Sentimientos de los usuarios de ser eficientes	5,8

**Fuente: Autor**

Dado que los puntajes representan el nivel de acuerdo o desacuerdo de los usuarios con la condición particular en una escala Likert de 7 puntos, se hace necesario redondear el promedio general a dos cifras para obtener una valoración más concluyente.

**Tabla 9. Escala Likert Utilizada en la Encuesta**

Puntaje	Valor Likert
1	Muy en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ligeramente en desacuerdo
4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
5	Ligeramente de acuerdo
6	De acuerdo
7	Muy de acuerdo

**Fuente: Autor**

**Tabla 10. Valoración Final de Condiciones Particulares**

Condición Particular	Promedio General	Likert
El usuario siente que puede aprender más acerca del sistema usándolo	6	De acuerdo

En que extensión los usuarios se sienten en control de las interacciones	6	De acuerdo
Grado en que a los usuarios les gusta el sistema	6	De acuerdo
Inmersión del usuario en el sistema	6	De acuerdo
Que tan útil siente el usuario que es el sistema	6	De acuerdo
Sentimientos de los usuarios de ser eficientes	6	De acuerdo

**Fuente: Autor**

Los resultados generales indican que los participantes de la prueba reportaron estar “de acuerdo” con cada una de las afirmaciones que construyen las condiciones particulares, lo que nos indica que en general la QoE de los usuarios en el uso de BigBlueButton fue buena, resultado que es apoyado con una confiabilidad en los datos superior al 84%.

#### **3.4.1.2. Análisis de validez**

Como se menciona en el estudio de pre factibilidad, el diseño del cuestionario contempla una estrategia de formulación de preguntas que permite determinar la validez del cuestionario. Para esto se disponen parejas de afirmaciones que hacen la misma pregunta con una redacción diferente. Se espera que para garantizar la validez de las preguntas los resultados de dichas pareja deben ser cercanos o iguales.

Con el fin de determinar la validez de las preguntas en el cuestionario, se realiza un análisis haciendo uso del coeficiente de correlación de Pearson, que permite medir el grado de relación de dos variables cuantitativas como lo son en este caso las respuestas de la escala Likert.

En la siguiente tabla se pueden observar a las preguntas similares agrupadas por un código y el coeficiente de correlación que existe entre las preguntas de dicho código.

**Tabla 11. Coeficiente de correlación de resultados de preguntas similares**

<b>Código</b>	<b># Pregunta</b>	<b>Coeficiente de Pearson</b>
1	1	0,70
	3	
2	4	0,67
	6	0,56
	14	0,51
3	5	0,38
	9	
4	7	0,61
	10	
5	8	0,68
	11	
6	2	0,79
	12	
7	13	0,48
	15	
8	16	0,75
	18	
9	17	0,49
	19	
10	20	0,92

	25	
11	21	0,86
	26	
12	22	0,82
	27	
13	23	0,85
	24	0,77
	28	0,86
14	29	0,74
	30	
15	31	0,91
	33	
16	32	0,88
	34	

**Fuente: Autor**

Como se observa en la tabla se presenta entre los diferentes códigos correlaciones positivas superiores a 0,35 que representan correlaciones significativas entre las preguntas del cuestionario, garantizando así su validez.

#### **3.4.2. Análisis de la Quality of Experience de los usuarios**

Dada una alta confiabilidad y validez en los resultados de las encuestas se puede decir que los puntajes generales obtenidos en las 6 condiciones particulares planteadas para la determinación de la QoE son concluyentes.

En la tabla 11 se observa que los usuarios reportan estar de acuerdo con cada una de las condiciones particulares en el uso de la plataforma BigBlueButton. A continuación se presenta el contraste de las observaciones realizadas por el autor

durante la prueba piloto con los resultados generales obtenidos en cada una de las condiciones particulares durante el análisis estadístico de las respuestas.

### **El usuario siente que puede aprender más acerca del sistema usándolo**

Los usuarios reportaron un puntaje promedio general de seis (6) en sus respuestas acerca de sus sentimientos acerca de si pueden aprender más acerca del sistema haciendo uso de este. En la escala Likert de 7 puntos, el valor 6 representa “De acuerdo” con las afirmaciones relacionadas a dicha condición particular.

El autor observa durante la realización de las pruebas que la curva de aprendizaje de los usuarios fue rápida y que solo fue necesario realizar una pequeña presentación preliminar de los módulos de BigBlueButton para que los usuarios empezaran a explorarla por su cuenta sin mayores dificultades.

El autor recibe comentarios positivos por parte de los usuarios acerca de la sencillez de la interfaz gráfica de la plataforma y de la semejanza que tiene su estructura de ventanas con los sistemas operativos convencionales. Los usuarios también expresan al autor su interés de seguir experimentando con la herramienta, lo que corrobora el puntaje obtenido en la encuesta para esta condición particular.

### **En que extensión los usuarios se sienten en control de las interacciones**

Los usuarios reportaron un puntaje promedio general de seis (6) en sus respuestas acerca de sus sentimientos sobre el nivel de control que experimentaron al usar BigBlueButton. En la escala Likert de 7 puntos, el valor 6 representa “De acuerdo” con las afirmaciones relacionadas a dicha condición particular.

Durante la prueba piloto los usuarios tuvieron la oportunidad de experimentar con los diferentes controles de la herramienta, realizando transmisión de video, transmisión de audio y control de las características del módulo de presentación sin mayores dificultades, corroborando el puntaje general obtenido en la encuesta.

### **Grado en que a los usuarios les gusta el sistema**

Los usuarios reportaron un puntaje promedio general de seis (6) en sus respuestas acerca de que tanto gusto sintieron por el la herramienta. En la escala Likert de 7 puntos, el valor de 6 representa “De acuerdo” con las afirmaciones relacionadas a dicha condición particular.

Durante la prueba piloto los participantes expresaron al autor su gusto por la herramienta, debido a su interfaz sencilla, rápida curva de aprendizaje, proceso de conexión sencillo y la herramienta de presentación que permite a estudiantes que se encuentran lejos sustentar sus trabajos al tutor. La aceptación de los usuarios durante la prueba corrobora el puntaje general obtenido en la encuesta.

### **Inmersión del usuario en el sistema**

Los usuarios reportaron un puntaje promedio general de seis (6) en sus respuestas acerca del nivel de inmersión que percibieron al utilizar la herramienta. En la escala Likert de 7 puntos, el valor de 6 representa “De acuerdo” con las afirmaciones relacionadas a dicha condición particular.

Esta condición particular resulta de gran interés para el estudio, debido a que una de las hipótesis planteadas durante el estudio de pre factibilidad era que la comunicación síncrona con audio y video, tiene un efecto benéfico sobre la percepción de los conocimientos impartidos por parte del estudiante, ya que la sensación de presencia que brinda le herramienta le brinda una sensación de mayor apoyo y seguimiento a sus actividades académicas.

Durante la prueba piloto los participantes hicieron observaciones acerca de las grandes ventajas que ofrece la herramienta dada su capacidad de permitir comunicaciones que simulan encuentros cara a cara, y de cómo esto es importante en el desarrollo de los estudiantes, ya que permite que desarrollen sus capacidades de oratoria y de debate con sus tutores y compañeros de clase. Los participantes también resaltaron que esta herramienta puede ser de gran utilidad para los grupos de proyecto, ya que les permitiría realizar reuniones de estudio, para repasar temas de clase o preparar exposiciones. Los participantes también

reportaron una sensación de cercanía con la persona que realiza la transmisión por video y expresaron sentir un mayor grado de atención sobre la temática desarrollada de esta forma.

Dados los comentarios realizados por los participantes sobre esta condición particular, se corrobora el puntaje general obtenido en la encuesta.

### **Que tan útil siente el usuario que es el sistema**

Los usuarios reportaron un puntaje promedio general de seis (6) puntos en sus respuestas acerca del nivel de utilidad que percibieron de la herramienta BigBlueButton. En la escala Likert de 7 puntos, el valor 6 representa “De acuerdo” con las afirmaciones relacionadas a dicha condición particular.

Durante la prueba piloto, los participantes identificaron una gran cantidad de usos para la herramienta BigBlueButton, entre ellos se destacaron los siguientes:

- Realización de presentaciones por parte de los estudiantes.
- Reuniones de grupos de trabajo (CIPAS)<sup>13</sup>.
- Asesorías con profesores.
- Capacitaciones de personal docente y administrativo.

También expresaron agrado por la sencillez de la interfaz gráfica de la herramienta, ya que les permite realizar videoconferencias con personas que no poseen grandes habilidades informáticas. Dados los comentarios expresados anteriormente, se corrobora el puntaje general obtenido por esta condición particular en la encuesta.

### **Sentimientos de los usuarios de ser eficientes**

Los usuarios reportaron un puntaje promedio general de seis (6) puntos en sus respuestas acerca de sus sentimientos de ser eficientes haciendo uso de la

---

<sup>13</sup> CIPAS: Círculos de Interacción y Participación Académica y Social

herramienta. En la escala Likert de 7 puntos, el valor 6 representa “De acuerdo” con las afirmaciones relacionadas a dicha condición particular.

Durante del desarrollo de la prueba piloto el autor pudo observar que los usuarios no tuvieron mayores inconvenientes haciendo uso de las diferentes funcionalidades de BigBlueButton, a pesar de ser el primer contacto con este tipo de herramienta.

Dadas las observaciones del desempeño en el uso de la herramienta por parte del autor, se corrobora el puntaje general obtenido por esta condición particular en la encuesta.

### **3.5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE LA PLATAFORMA**

Análisis posteriores de los logs de nginx, red5 y tomcat6, demuestran que el desempeño de la plataforma según el montaje especificado en el capítulo 2 resulta efectivo, dado que no se presentan errores en ninguno de los componentes de BigBlueButton.

Durante la etapa de análisis de pre factibilidad se sugiere que podrían existir algunas limitaciones en el servicio de voz dadas las políticas de red de la UIS. Sin embargo al realizar una revisión del log de red5 relacionado con el servicio de audio se observa que todas las conexiones al servicio de voz reciben el estatus “Received” que confirma una conexión exitosa a la conferencia.

El acceso a la plataforma por parte de los estudiantes durante la prueba piloto fue exitoso, ya que a pesar de que el servidor nunca había experimentado una carga de tal magnitud los servicios asociados a la plataforma no se vieron afectados en ningún momento. Esto también se refleja en la encuesta debido a que las preguntas relacionadas con sus sentimientos acerca de la calidad de audio y la calidad de video, los usuarios reportaron una respuesta promedio de 6 en la escala Likert de 7 puntos.

En el Anexo 4 “Logs de BigBlueButton” se encuentran los registros de eventos de los servicios nginx, red5 y tomcat6, que contemplan el funcionamiento de cada una de las funcionalidades de BigBlueButton en un periodo elegido al azar de 13 días.

## **4. CONCLUSIONES, ACCIONES FUTURAS Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

- El análisis de pre factibilidad bajo la metodología de Logical Framework Approach, permite la construcción de una base documental estructurada y la determinación de beneficios, desventajas y restricciones a la hora de implementar una nueva herramienta.
- El análisis de pre factibilidad puede hacer las veces de hoja de ruta y brindar indicadores para las etapas de diseño de implementación, implementación y análisis de resultados.
- La realización de un buen análisis de pre factibilidad hace que las etapas de diseño e implementación sean mucho más fáciles de realizar y que existan menos oportunidades de que se presenten problemas de viabilidad.
- El análisis de pre factibilidad permitió realizar un diseño de implementación que resulto ser viable incluso con los limitados recursos de hardware que se tenían para el servidor.
- La sensación de presencia que ofrece BigBlueButton influye de manera positiva en la asimilación de los conocimientos impartidos en los cursos, dado que presenta los contenidos de una manera más natural, captando la percepción de los estudiantes.
- Los dado lo anterior, los modelos de Blended Learning pueden ser mucho más efectivos desde el punto de vista pedagógico que los modelos de E-Learning.

- La Quality of Experience de los usuarios tiene una importancia vital a la hora de implementar nuevas herramientas. La QoE influye directamente en si un usuario desea o no volver a usar una herramienta y esto a su vez influye en el éxito o en el fracaso de un proceso de implementación.
- El uso de escalas Likert-Like para la determinación de la QoE de los usuarios, es una metodología práctica y sencilla que brinda un marco sólido para la realización de posteriores análisis estadísticos de resultados.
- Tener en cuenta la confiabilidad y la validez en la etapa de diseño de la encuesta permite construir instrumentos para la posterior medición de los resultados.
- Los componentes de software libre que constituyen BigBlueButton se de tal forma que sus procesos son transparentes para los usuarios e incluso para la persona que realiza la implementación de la plataforma.
- La implementación de BigBlueButton resultó ser viable en las dimensiones pedagógica, administrativa y tecnológica, contempladas en el Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual.
- La implementación de BigBlueButton abre la opción al IPRED de alcanzar nuevos horizontes educativos haciendo usos de tecnologías de información para ofrecer una educación más incluyente y de mayor calidad.

#### **4.2. ACCIONES FUTURAS**

Dado el éxito de la prueba piloto y de los resultados favorables obtenidos para la implementación de BigBlueButton, la coordinación de los programas de Tecnología y Gestión Empresarial ha decidido brindar un espacio a BigBlueButton

en el nuevo servidor del IPRED, cuyo proceso de adquisición se realizó durante las etapas finales del proyecto.

La documentación detallada que se encuentra en el análisis de pre factibilidad y en los otros capítulos de este libro, serán la guía para la realización de un montaje productivo de BigBlueButton en el nuevo servidor del IPRED, lo que permitirá a un mayor número de estudiantes en diferentes municipios del país acceder a una educación virtual de mayor calidad, con un mayor acompañamiento y con una metodología de enseñanza que favorece el afianzamiento de los conocimientos.

También existen planes para la implementación de BigBlueButton en otro proyecto educativo que adelanta el Grupo de Investigación en Ingeniería Biomédica que tiene como título *“Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) para la capacitación, actualización y soporte del personal encargado de realizar la prueba de Papanicolaou convencional”*. La directora y los realizadores del proyecto consideran que la integración de BigBlueButton al ambiente virtual de aprendizaje, puede aportar de manera positiva a la formación del personal que realiza pruebas de citología.

### **4.3. RECOMENDACIONES**

A continuación se presenta un listado de consideraciones del autor para futuras investigaciones y procesos de implementación de BigBlueButton.

- BigBlueButton posee una comunidad muy activa de usuarios y desarrolladores que están dispuestos a colaborar y ofrecer orientación en los procesos de instalación y configuración. Hacer uso de los foros de preguntas y lectura de las guías de instalación, hacen del proceso de implementación una tarea más sencilla.
- El análisis de pre factibilidad bajo la metodología de Logical Framework Approach ofrece una visión amplia del proyecto a realizar y sirve de hoja de ruta durante las etapas de implementación.

- En el momento en el que se empezó a realizar el estudio la versión estable de BigBlueButton era la 0.71a. En este momento BigBlueButton se encuentra en la versión estable 0.80 que ofrece mayores ventajas en la codificación de audio lo que brinda una mejor calidad en comunicaciones de voz. En esta nueva versión también se han incluido ayudas para que el usuario pueda realizar de manera más fácil su configuración de audio y también se han incluido nuevas funcionalidades en la herramienta de presentación.
- Se recomienda explorar el API de BigBlueButton con el fin de explorar la opción de desarrollar una interfaz para el control de concurrencia en la plataforma.
- Se recomienda explorar la funcionalidad de Playback de las sesiones que ofrece BigBlueButton, ya que esta es una opción que puede abrir un nuevo mundo de contenidos educativos, como lo han venido mostrando otras instituciones educativas del mundo que ya tienen a disposición de la comunidad sus estudiantes cursos completos en YouTube y que han demostrado ser herramientas de estudio y de preparación de exámenes muy útiles.
- Se recomienda hacer una revisión más profunda de las restricciones del comportamiento de la red de Internet de la UIS, con el fin de determinar si existen factores que puedan afectar la calidad de los servicios de BigBlueButton en determinadas situaciones.
- El asesoramiento y el apoyo del personal encargado de tecnologías de información es vital para la implementación de este tipo de herramientas. Ofrecer capacitación y soporte adecuado a docentes y estudiantes influye de manera positiva en su QoE.

## Bibliografía

- [1] S. Technologies, «Skype,» Microsoft Skype Division, 2003. [En línea]. Available: <http://www.skype.com/es/>. [Último acceso: 20 Noviembre 2012].
- [2] T. Tsiatsos y S. Tegos, Exploiting Web Conferencing to Support Collaborative Learning, Thessaloniki: Informatics (PCI), 2011 15th Panhellenic Conference on, 2011.
- [3] J. C. Barbosa, «Transformar programas a distancia a la modalidad virtual: Reflexiones sobre el inicio de una experiencia,» de *Conferencia Internacional de Educación a Distancia*, Santo Domingo, 2008.
- [4] A. A. f. I. Development, «World Health Organization,» 2005. [En línea]. Available: [http://www.who.int/ncd/vision2020\\_actionplan/documents/LFAGuidelines.pdf](http://www.who.int/ncd/vision2020_actionplan/documents/LFAGuidelines.pdf). [Último acceso: 20 Noviembre 2012].
- [5] K. Örtengren, A summary of the theory behind, Stockholm: Edita Sverige, 2004.
- [6] T. Berners-Lee, *Weaving the Web*, The original design and ultimate destiny of the World Wide Web, by its inventor, San Francisco: Harper , 1999.
- [7] F. J. García, «Estado actual de los sistemas e-learning,» *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, vol. VI, nº 2, 2005.
- [8] C. Graham, «Blended Learning Systems: Definition, Current Trends, and Future Directions,» de *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs*, San Francisco, Pfeiffer, 2006.
- [9] B. Inc, «BigBlueButton,» BigBlueButton Inc, 2013. [En línea]. Available: <http://bigbluebutton.org/>. [Último acceso: 20 Noviembre 2012].
- [10] B. Inc, «BigBlueButton: Open Source Web Conferencing,» 18 Junio 2012. [En línea]. Available: <https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/ReleaseNotes>. [Último acceso: 20 Noviembre 2012].
- [11] F. Dixon, «BigBlueButton-blog,» 12 Noviembre 2011. [En línea]. Available: <http://bigbluebutton-blog.blogspot.com/2011/11/bbb-mobile-now-available-on-android.html>. [Último acceso: 20 Noviembre 2012].
- [12] L. d. P. e. Á. e. V. -. UFRGS, «Google play,» Google, 10 Noviembre 2012. [En línea]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.mconf.android.bbbandroid>.

- [Último acceso: 20 Noviembre 2012].
- [13] B. Inc, «BigBlueButton,» BigBlueButton Inc, [En línea]. Available: <http://bigbluebutton.org/components/>. [Último acceso: 20 Noviembre 2012].
- [14] B. Inc, «BigBlueButton: Open Source Web Conferencing,» 7 Julio 2012. [En línea]. Available: <https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/ArchitectureOverview>. [Último acceso: 29 Noviembre 2012].
- [15] I. R. U. ITU, «International Telecommunication Union ITU,» 9 Junio 2008. [En línea]. Available: <http://www.itu.int/ITU-T/newslog/QoE+Challenge+Tackled+In+New+ITUT+Rec.aspx>. [Último acceso: 29 Noviembre 2012].
- [16] J. William, *The Principles of Psychology, Volume 2*, Nueva York: Cosimo, 2007.
- [17] M. Csikszentmihalyi, «Attention and the Holistic Approach to Behavior,» de *The Stream of Consciousness*, Nueva York, Plenum Press, 1978, pp. 335-359.
- [18] W. Barfield y T. Furness III, *Virtual Environments and Advanced interface Design*, Nueva York: Oxford University Press, Inc, 1995.
- [19] R. B. Welch, «How can we determine if the sense of presence affects task performance?,» *Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 8, nº 5, pp. 574-577, 1999.
- [20] M. Slater y S. Wilbur, «A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments,» *Teleoperators and virtual Environments*, vol. 6, nº 6, pp. 603-616, 1997.
- [21] H. Milton y N. Alessi, *Presence as an Emotional Experience*, Amsterdam: IOS Press, 1999, pp. 148-153.
- [22] G. Fontaine, «The experience of a sense of presence in intercultural and international encounters,» *Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 1, nº 4, pp. 482-490, 1992.
- [23] M. Slater y M. Usoh, «Body Centred Interaction in Immersive Virtual Environments,» Westfield College, University of London, London, 1994.
- [24] D. Schloerb, «A Quantitative Measure of Telepresence,» *Teleoperators and Virtual Environmnets*, vol. 4, nº 1, pp. 64-80, 1995.
- [25] C. Heeter, «Being There: The Subjective Experience of Presence,» *Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 1, nº 2, pp. 262-271, 1992.

- [26] M. Lombard y T. Ditton, «At the Heart of It All: The Concept of Presence,» *Journal of Computer Mediated Communication*, vol. 3, nº 2, p. 0, 1997.
- [27] T. Sheridan, «Musings on telepresence and virtual presence,» *Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 1, nº 1, pp. 120-126, 1992.
- [28] J. Draper, D. Kaber y J. Usher, «Telepresence,» *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics*, vol. 40, nº 3, pp. 354-375, 1998.
- [29] G. Mantovani y G. Riva, «"Real" presence: How different ontologies generate different criteria for presence, telepresence, and virtual presence,» *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 8, nº 5, pp. 538-548, 1999.
- [30] T. B. Sheridan, «Descartes, Heidegger, Gibson, and God: Toward an Eclectic Ontology of Presence,» *Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 8, nº 5, pp. 551-559, 1999.
- [31] B. G. Witmer, «Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire,» *Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 7, nº 3, pp. 225-240, 1998.
- [32] J. Lessiter, J. Freeman, E. Keogh y J. Davidoff, «A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory,» *Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 10, nº 3, pp. 282-297, 2001.
- [33] B. Wiederhold, R. Davis y M. D. Wiederhold, «The Effects of Immersiveness on Psychology,» de *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, Amsterdam, IOS press, 1998, pp. 52-60.
- [34] E. L. Sallnäs, «Presence in multimodal interfaces,» de *Proceedings of the Second International Workshop on Presence*, University of Essex, Colchester, 1999.
- [35] M. Csikszentmihalyi, *Optimal Experience: Psychological Studies of Flow in Consciousness*, Nueva York: Cambridge University Press, 1988.
- [36] F. Massimini y A. Delle Fave, «Individual development in a bio-cultural perspective,» *American Psychologist*, vol. 55, nº 1, pp. 24-33, 2000.
- [37] F. Massimini, M. Csikszentmihalyi y A. Delle Fave, «Selezione psicologica e flusso di coscienza,» de *La selezione psicologica umana*, Milano, Cooperativa Libreria, 1996, pp. 419-469.
- [38] A. Bouch, G. Wilson y A. Sasse, «A 3-Dimensional Approach to Assessing End-User

- Quality of Service,» de *Proceedings of the London Communications Symposium*, London, 2001.
- [39] M. Garau, M. Slater, S. Bee y M. A. Sasse, «The impact of eye gaze on communication using humanoid avatars,» de *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Nueva York, 2001.
- [40] M. Garau, M. Slater, V. Vinayagamoorthy, A. Brogni, A. Steed y M. A. Sasse, «The Impact of Avatar Realism and Eye Gaze Control on Perceived Quality of Communication in a Shared Immersive Virtual Environment,» de *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Florida USA, 2003.
- [41] M. Slater, A. Sadagic, M. Usoh y R. Schroeder, «Small-Group Behavior in a Virtual and Real Environment: A Comparative Study,» *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 9, nº 1, pp. 37-51, 2000.
- [42] J. Kirakowski, «Questionnaires in Usability Engineering,» Human Factors Research Group, 2 Junio 2000. [En línea]. Available: <http://www.ucc.ie/hfrg/resources/qfaq1.html>. [Último acceso: 29 Noviembre 2012].
- [43] C. Basdogan, C.-h. Ho, M. A. Srinivasan y M. Slater, «An experimental study on the role of touch in shared virtual environments,» *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 7, nº 4, pp. 443-460, 2000.
- [44] J. Jordan, J. Mortensen, M. Oliviera y M. Slater, «Collaboration in a Mediated Haptic Environment,» de *The 5th Annual International Workshop on Presence*, Lima Portugal, 2002.
- [45] T. E. Whalen, S. Noel y J. Stewart, «Measuring the human side of virtual reality,» de *International Symposium on Virtual Environments, Human-Computer Interfaces and Measurement Systems*, Lugano Switzeland, 2003.
- [46] S. V. Cobb, S. Nichols, A. Ramsey y J. R. Wilson, «Virtual Reality-Induced Symptoms and Effects (VRISE),» *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 8, nº 2, pp. 169-186, 2006.
- [47] E. Ruíz, «Formato para Informe de Diagnóstico,» Ministerio de Educación Nacional, Bogotá, 2008.
- [48] I. d. P. R. y. E. a. D. IPRED, «Proyecto de Transformación del Programa de Tecnología Empresarial de la Modalidad a Distancia a la Modalidad Virtual,» IPRED,

Bucaramanga, 2009.

- [49] F. Dixon, «Google Groups,» 24 Marzo 2011. [En línea]. Available: <https://groups.google.com/forum/?fromgroups=#!topic/bigbluebutton-dev/PHzpgVqYAMM>. [Último acceso: 29 Noviembre 2012].
- [50] F. Dixon, «Moodle,» 18 Junio 2012. [En línea]. Available: [https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=mod\\_bigbluebuttonbn](https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=mod_bigbluebuttonbn). [Último acceso: 19 Enero 2013].
- [51] B. Inc, «BigBlueButton Open Source Web Conferencing,» 18 Junio 2012. [En línea]. Available: [https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/FAQ#What\\_are\\_the\\_minimum\\_bandwidth\\_requirements\\_for\\_a\\_user](https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/FAQ#What_are_the_minimum_bandwidth_requirements_for_a_user). [Último acceso: 29 Noviembre 2012].
- [52] B. Inc, «BigBlueButton Open Source Web Conferencing,» 18 Junio 2012. [En línea]. Available: [https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/FAQ#Desktop\\_Sharing](https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/FAQ#Desktop_Sharing). [Último acceso: 29 Noviembre 2012].
- [53] R. Schmidt, «Information technology energy usage and our planet,» de *Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems, 2008. IThERM 2008. 11th Intersociety Conference on*, Nueva York, 2008.
- [54] DANE, «DANE,» 5 Julio 2012. [En línea]. Available: [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol\\_tic\\_2011.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_2011.pdf). [Último acceso: 29 Noviembre 2012].
- [55] T. F. E. Wikipedia, «Wikipedia The Free Encyclopedia,» 3 Agosto 2013. [En línea]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Hardware\\_virtualization](http://en.wikipedia.org/wiki/Hardware_virtualization). [Último acceso: 20 Agosto 2013].
- [56] B. Inc, «BigBlueButton Demo Server,» BigBlueButton Inc, [En línea]. Available: <http://demo.bigbluebutton.org/>. [Último acceso: 29 Noviembre 2012].
- [57] B. Inc, «BigBlueButton Open Source Web Conferencing,» 18 Junio 2012. [En línea]. Available: [https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/RoadMap1dot0#Desktop\\_sharing](https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/RoadMap1dot0#Desktop_sharing). [Último acceso: 20 Enero 2013].
- [58] Microsoft, «Microsoft Developer Network,» 18 Enero 2009. [En línea]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd393312.aspx#ProfileForTheHardware>.

[Último acceso: 20 Enero 2013].

[59] U. I. d. Santander, «Microsoft Campus Agreement,» División de Servicios de Información , Bucaramanga, 2012.

[60] T. F. E. Wikipedia, «Wikipedia The Free Encyclopedia,» 2 Marzo 2013. [En línea]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Salt\\_\(cryptography\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Salt_(cryptography)). [Último acceso: 10 Marzo 2013].

[61] B. Inc, «BigBlueButton Open Source Web Conferencing,» 18 Junio 2012. [En línea]. Available: <https://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/API>. [Último acceso: 29 Enero 2013].

[62] T. F. E. Wikipedia, «Wikipedia The Free Encyclopedia,» 18 Agosto 2013. [En línea]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Clonezilla>. [Último acceso: 30 Septiembre 2013].

## **ANEXOS**

## **Anexo A. Características Principales de BBB**

**Ver Carpeta Anexa**

**Anexo B. Presentación BBB**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo C. Análisis de Respuestas**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo D. Logs de BigBlueButton**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo E. Resumen Ejecutivo**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo F. Guion de la Tutoría**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo G. Resumen de peticiones formales**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo H. Dimensiones del Proyecto de Transformación**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo I. Misión y Visión del IPRED**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo J. Infraestructura Tecnológica de la UIS**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo K. Cuestionario Aplicado en la Prueba Piloto**

**Ver Carpeta Anexa**

**Anexo L. Presupuesto probable de la actividad**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo M. Consistencia del objetivo general el Proyecto de Transformación**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo N. Factores de impacto sobre la sostenibilidad**

**Ver Carpeta Anexa**

## **Anexo O. Información útil para la implementación de BigBlueButton**

**Ver Carpeta Anexa**