

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”

**MODELO DE COMPUTACIÓN DE NUBE PARA LA ADMINISTRACIÓN
DE SERVIDORES DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DEL SISTEMA
DE EDUCACIÓN A DISTANCIA DE LA UCLA (SEDUCLA).**

Ing. Elías Javier López Colmenares.

BARQUISIMETO, 2011

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**MODELO DE COMPUTACIÓN DE NUBE PARA LA ADMINISTRACIÓN
DE SERVIDORES DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DEL SISTEMA
DE EDUCACIÓN A DISTANCIA DE LA UCLA (SEDUCLA).**

Trabajo presentado como requisito para optar al grado de:
Magíster Scientiarum en Ciencias de la Computación

Por: Ing. Elías Javier López

BARQUISIMETO, 2011

INDICE

	PAG.
INDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vi
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	4
El PROBLEMA	4
Planteamiento del Problema.....	4
Objetivos de la Investigación	10
General	10
Específicos.....	10
Justificación e Importancia.....	11
Alcances y Limitaciones	13
CAPITULO II	14
MARCO TEORICO.....	14
Antecedentes de la Investigación	14
Bases Teóricas	22
Plataforma Tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA)	22
Administración de Servidores	22
Computación Distribuida	23
Computación de Grid	24
Computación de nube.....	28
Software Libre	35
Operacionalización de Variables.....	36
CAPÍTULO III.....	38
MARCO METODOLÓGICO.....	38
Naturaleza de la Investigación	38
Diseño de la Investigación	39

Fase I. Diagnóstico.	39
Fase II. Estudio de Factibilidad.	62
CAPÍTULO IV	66
PROPUESTA DEL MODELO	66
Nivel de Servicio y Tipo de Modelo.	66
Arquitectura de capas del modelo.	68
Diseño del Modelo.	75
Descripción Funcional del Modelo Propuesto.	77
CAPÍTULO V	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
Conclusiones	80
Recomendaciones	82
REFERENCIAS DOCUMENTALES.	83
ANEXOS	88

INDICE DE CUADROS

N°	Descripción	PÁG.
1	Plan de actividades para la adopción de un modelo de computación de nube.	34
2	Operacionalización de las Variables.	37
3	Tabla de Frecuencias y Porcentajes de las respuestas emitidas por los encuestados. Dimensión: Alta Disponibilidad.	43
4	Tabla de Frecuencias y Porcentajes de las respuestas emitidas por los encuestados. Dimensión: Tolerancia ante fallos.	44
5	Tabla de Frecuencias y Porcentajes de las respuestas emitidas por los encuestados. Dimensión: Ahorro Energético.	45
6	Tabla de frecuencias y porcentajes en la Dimensión: Aprovechamiento de Recursos computacionales de manera óptima	46
7	Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: Adaptabilidad.	47
8	Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: Reducción de Costos.	48
9	Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: Rapidez de Instalaciones.	50
10	Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: Adecuación ecológica.	51
11	Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: Medición.	52
12	Características de hardware y software de los servidores de SEDUCLA.	56
13	Comparación de Computación de Grid y Computación de Nube	60
14	Hardware de la infraestructura de SEDUCLA.	63
15	Hardware de servidores en SEDUCLA.	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	Descripción	PÁG.
1	Plataforma de servidores de SEDUCLA	7
2	Arquitectura del entorno de nube	15
3	Arquitectura del modelo estudiado por Pagés	17
4	Arquitectura del framework	18
5	Visión general de la arquitectura UnaCloud	20
6	Visión general del prototipo de la nube	21
7	Funcionamiento básico de una grid	25
8	Diagrama de despliegue de un hipervisor.	27
9	Arquitectura en capas y servicios de computación de nube	28
10	Niveles de servicio de la computación de nube	31
11	Arquitectura general de un entorno de nube	32
12	Usuarios por niveles de servicio en un modelo de computación de nube	33
13	Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: Alta disponibilidad	43
14	Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: Tolerancia ante fallos	44
15	Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: Ahorro Energético	45
16	Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: Aprovechamiento de recursos computacionales de manera óptima	46
17	Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: Adaptabilidad	48
18	Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: Reducción de costos	49
19	Porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: Rapidez de	50

instalaciones		
20	Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: Adecuación Ecológica	51
21	Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: Medición	52
22	Esquema de funcionamiento de la plataforma de servidores de SEDUCLA	55
23	Capas del Modelo de Computación de Nube para SEDUCLA	68
24	Esquema de funcionamiento de Xen	70
25	Integración entre OpenNebula y Xen	71
26	Consola web ofrecida por el gestor de nube OpenNebula	73
27	Vista general de la arquitectura por capas del modelo	74
28	Modelo de computación de Nube Privada con Infraestructura como Servicio para la Administración de Servidores de la Plataforma Tecnológica de SEDUCLA	76

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**MODELO DE COMPUTACIÓN DE NUBE PARA LA ADMINISTRACIÓN
DE SERVIDORES DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DEL SISTEMA
DE EDUCACIÓN A DISTANCIA DE LA UCLA (SEDUCLA).**

Autor : Ing. Elías López

Tutor : Dr. Arsenio Pérez

RESUMEN

La presente propuesta tuvo como objetivo fundamental diseñar un modelo de computación de nube, para la administración de servidores del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA). La investigación se condujo en las siguientes fases: (a) una primera fase de diagnóstico acerca de los requerimientos de la plataforma de SEDUCLA para optimizar la administración de sus servidores; (b) seguida por la revisión documental de los fundamentos de computación distribuida y sus esquemas para determinar el mejor modelo de acuerdo a los requerimientos detectados; (c) posteriormente se determinó la factibilidad de la propuesta de modelo computacional; y (d) finalmente se elaboró la propuesta del modelo. Este estudio se realizó en la modalidad de proyecto factible apoyado en la investigación de campo. La importancia de esta investigación radica en que dió respuesta en la mejora de la gestión de los servidores en los que se apoya la plataforma tecnológica de SEDUCLA. Se espera que el presente estudio se convierta en un referente para futuros trabajos en el área.

Palabras clave: Computación de Nube, Computación Grid, Virtualización, Educación a Distancia.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el diario vivir se caracteriza por el dinamismo y exigencia implícitos en la sociedad de la información. En ese sentido, la educación tiene un rol fundamental en función de preparar al hombre para insertarse en el medio social, ejerciendo una determinada profesión. Este rol está estrechamente relacionado con las instituciones educativas a nivel superior. A la par, los individuos de la sociedad vigente deben realizar diversas actividades que se distribuyen entre el hogar, el trabajo y el estudio. Frente a este panorama la educación a distancia se presenta como una alternativa de formación, para quienes por una u otra razón no pueden recibir clases de manera presencial. Para alcanzar tal cometido, esta modalidad de educación se ha apoyado en las tecnologías de la información (TI), como un medio para la consolidación del aprendizaje esperado. En los actuales momentos, las tecnologías de información que marcan la pauta, son las relacionadas con el uso de internet, recursos multimedia y las que permiten el desarrollo y puesta en marcha de un entorno virtual de aprendizaje. (EVA). Dichos entornos pueden definirse como programas de software que proporcionan la ejecución de actividades o procesos formativos a través de Internet, que se corresponden con un determinado programa académico. Para que los EVA puedan funcionar y estén disponibles a través de la gran red de redes, Internet, es importante contar con una infraestructura de recursos computacionales, tales como servidores y servicios TI, que constituyen su base operacional. En consecuencia, es evidente, la necesidad de administrar de forma eficiente y efectiva dicha infraestructura, para garantizar su buen funcionamiento y permita prestar un servicio educativo a distancia con los mayores estándares en excelencia.

La Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), es una institución educativa caracterizada por la constante actualización de su recurso humano y tecnología para la formación de profesionales de la más alta calidad, (UCLA, 2011) y posee dentro de su estructura organizativa, el Sistema de Educación a Distancia (SEDUCLA), encargado de la implementación, gestión y desarrollo de la modalidad

de Educación a Distancia (EaD), con el objetivo de convertir a la UCLA en una universidad bimodal. (SEDUCLA, 2010).

Dentro del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA), existe la Coordinación de Apoyo Tecnológico, responsable de la gestión de la infraestructura tecnológica que soporta los EVA y la que se encarga directamente de la administración de los servidores y servicios TI que componen dicha infraestructura.

El personal de dicha coordinación se enfrenta a una problemática que se encuentra relacionada con: el retraso en los tiempos de aprovisionamiento de nuevos recursos computacionales para el desarrollo de los proyectos TI debido a las complejidades del proceso de compra de nuevos equipos para la universidad. Los mantenimientos o correcciones de fallas en los recursos de hardware obligan a la interrupción del servicio educativo a distancia asociado a dichos recursos, originando el retraso de actividades académicas programadas para el momento. La subutilización de ciertos equipos computacionales, pudiendo aprovecharse su capacidad de cómputo para ampliar la oferta de servicios TI. La gestión de los servicios web, de almacenamiento y de autenticación, que soportan los entornos virtuales de aprendizaje, se vuelve más compleja según aumenta la población estudiantil registrada en cada lapso académico.

Como alternativa de solución frente a la problemática planteada, la presente investigación tiene como propósito el diseño de un modelo de computación de nube, que permita mejorar la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA en la que se apoyan los Entornos Virtuales de Aprendizaje, permitiendo ofrecer un proceso educativo a distancia basado en la innovación, investigación y mejoramiento continuo, con capacidad de crecimiento computacional, en la oferta de nuevos servicios tecnológicos que complementen dicho proceso, además de elevar su calidad dentro del contexto de las tecnologías de información y la Educación a Distancia.

La siguiente investigación está estructurada en cinco (5) capítulos a saber; el Capítulo I en el que se presenta el Planteamiento del Problema, objetivos general y

específicos, justificación e importancia, y alcance del estudio. El Capítulo II con el marco teórico donde se detallará toda la teoría sobre la que se sustenta esta investigación; el Capítulo III se expone la metodología de investigación que será aplicada dentro de este estudio. En el Capítulo IV se ofrece la propuesta del modelo. Seguidamente el Capítulo V, conformado por las conclusiones y recomendaciones, resume los principales resultados y aportes más significativos de la propuesta, así mismo las recomendaciones formuladas como consecuencia del estudio realizado.

Finalmente se indican las referencias bibliográficas, las cuales detallan el material consultado para el desarrollo de los antecedentes y las bases teóricas de la investigación, también se presentan los anexos, como un material complementario y muy relacionado con la investigación realizada, este incluye instrumentos aplicados, cuadros, e información complementaria.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

En la educación, de los distintos enfoques formativos, presencial, semipresencial y a distancia, este último está adquiriendo gran importancia y es hacia donde se dirige la educación superior a nivel mundial. En tal sentido la UNESCO (1998), plantea:

... se deben crear nuevos entornos pedagógicos, que van desde los servicios de educación a distancia hasta los establecimientos y sistemas “virtuales” de enseñanza superior, capaces de salvar las distancias y establecer sistemas de educación de alta calidad, favoreciendo así el progreso social y económico y la democratización (p.28)

La educación a distancia se presenta como una respuesta significativa a los siguientes problemas: el aumento de la demanda social de la educación, el interés de la población estudiantil mayormente alejada de las instituciones educativas, personas de estrato social bajo, que de otra forma no hubiesen podido acceder a la formación, a la conveniencia de reducir la carencia de sistemas presenciales de educación, a la necesidad de flexibilizar el esquema convencional de la educación y a las dificultades de los alumnos para seguir estudios, sin los requisitos de espacio, asistencia y tiempo (García Aretio, 1994, p. 14).

Las tecnologías de la información (TI) juegan un papel importante en el modelo de aprendizaje a distancia, debido a que estas rompen con el esquema de la enseñanza centrada en el profesor y una educación a distancia enfocada solo en los módulos

instruccionales. Abriendo paso, a “un enfoque en el que el alumno y la interacción adquieren mayor protagonismo”, (Benito, 2000; 55). Es así, como hoy en día los procesos educativos, son apoyados en herramientas digitales, como blogs, wikis, foros de participación, redes sociales, y servicios de computación de nube como Gmail, Google Docs, entre otros.

Según el estudio realizado por Accenture (2010) la computación de nube es una tecnología emergente que está adquiriendo gran relevancia para las organizaciones de todo el mundo. En dicho estudio se plantea que el 44% de las grandes empresas en nueve países (Australia, Brasil, Francia, Japón, China, Singapur, Gran Bretaña, Alemania y EEUU) ya usan computación de nube para un amplio rango de objetivos, muchos de ellos son aplicaciones críticas, y se espera que este número aumente a 54% durante el año 2012.

Entre los factores que influyen en la adopción del modelo de computación de nube por las empresas, según Lasica (2009), destacan; el ahorro en costos debido a que una sala de servidores es muchas veces, insustentable para empresas con equipos ociosos el 85 % del tiempo. La complejidad en las operaciones de las unidades TI, se incrementa conforme las aplicaciones se integran, los cambios requieren de mucha planificación y pruebas, realizando algunos de pequeña escala en procesos coordinados, la computación de nube actúa para reducir dicha complejidad. Finalmente, la presión competitiva por la innovación, importante para desarrollar nuevos modelos de negocios, se obtiene más valor agregado para los productos y servicios ofrecidos adoptando el modelo de computación de nube.

El impacto más significativo que ofrece una plataforma basada en computación de nube es la noción sobre poder de procesamiento bajo demanda (Wyld, 2010) siendo esta una de sus características principales y en donde un usuario puede hacer uso de toda la capacidad de computación y de almacenamiento disponible, entregada como un servicio, en cualquier instante de tiempo, sin preocuparse por la estructura subyacente que la soporta. Según el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos (NIST) (2011), dicho servicio se encuentra en uno de los siguientes niveles: a) Software como servicio (SaaS): la

capacidad para ofrecer al consumidor, aplicaciones que corren dentro de la infraestructura de nube del proveedor. Las aplicaciones son accesibles desde dispositivos clientes como móviles o un simple navegador. b) Plataforma como servicio (PaaS): capacidad ofrecida al consumidor para el desarrollo de aplicaciones mediante herramientas, lenguajes de programación, desplegadas en la infraestructura de nube del proveedor. El consumidor no tiene control sobre la plataforma de servidores, ni de red del proveedor pero si de las aplicaciones que desarrolle dentro de la nube. c) Infraestructura como servicio (IaaS): la capacidad ofertada al consumidor para aprovisionarse de recursos computacionales fundamentales como procesamiento, red y almacenamiento, en donde pueda desplegar sistemas operativos y aplicaciones a su elección. No tiene el control sobre la infraestructura de nube del proveedor pero si de los sistemas operativos, almacenamiento y aplicaciones que despliega sobre esta.

Salinas (1996) afirma que la enseñanza superior: “debe atender a los cambios tecnológicos ya que al mismo tiempo que debe formar para esta sociedad, puede y debe utilizar los avances de las telecomunicaciones para mejorar los procesos didácticos que en su seno tienen lugar” (p.96). Esto conlleva para las universidades, “hacer frente al gran desafío de la innovación conceptual y tecnológica que les permita ser competitivas nacional e internacionalmente” (Molina, 2000; 7).

En el ámbito universitario, Wyld (2010) afirma que las universidades migran sus procesos de TI a modelos basados en nube principalmente por dos razones, el ahorro en costos operativos y mejorar sus capacidades de investigación. Uno de los casos más destacados de éxito, de migración a la nube, es el de la Universidad Complutense de Madrid que espera lograr un ahorro de 74% en consumo energético en tres años y se ha ahorrado 896.600 euros, en costos operativos, además de permitir un crecimiento, en la instalación de nuevos servicios, con un índice de 30% anual (Vmware, 2010).

Dentro de la UCLA, existe el Sistema de Educación a Distancia (SEDUCLA), el cual atiende a una comunidad universitaria cada vez más demandante de un servicio educativo, basado en un entorno virtual de aprendizaje (EVA), y disponible para ser accedido desde cualquier ubicación geográfica, solo contando con una

conexión a internet. Es por ello, que la infraestructura de servidores que soporte tal servicio, debe contar con altos grados de disponibilidad, robustez, escalabilidad, administrabilidad, y tolerancia a fallos. En SEDUCLA, la Coordinación de Apoyo Tecnológico tiene la responsabilidad de administrar dicha infraestructura, velando por su buen funcionamiento.

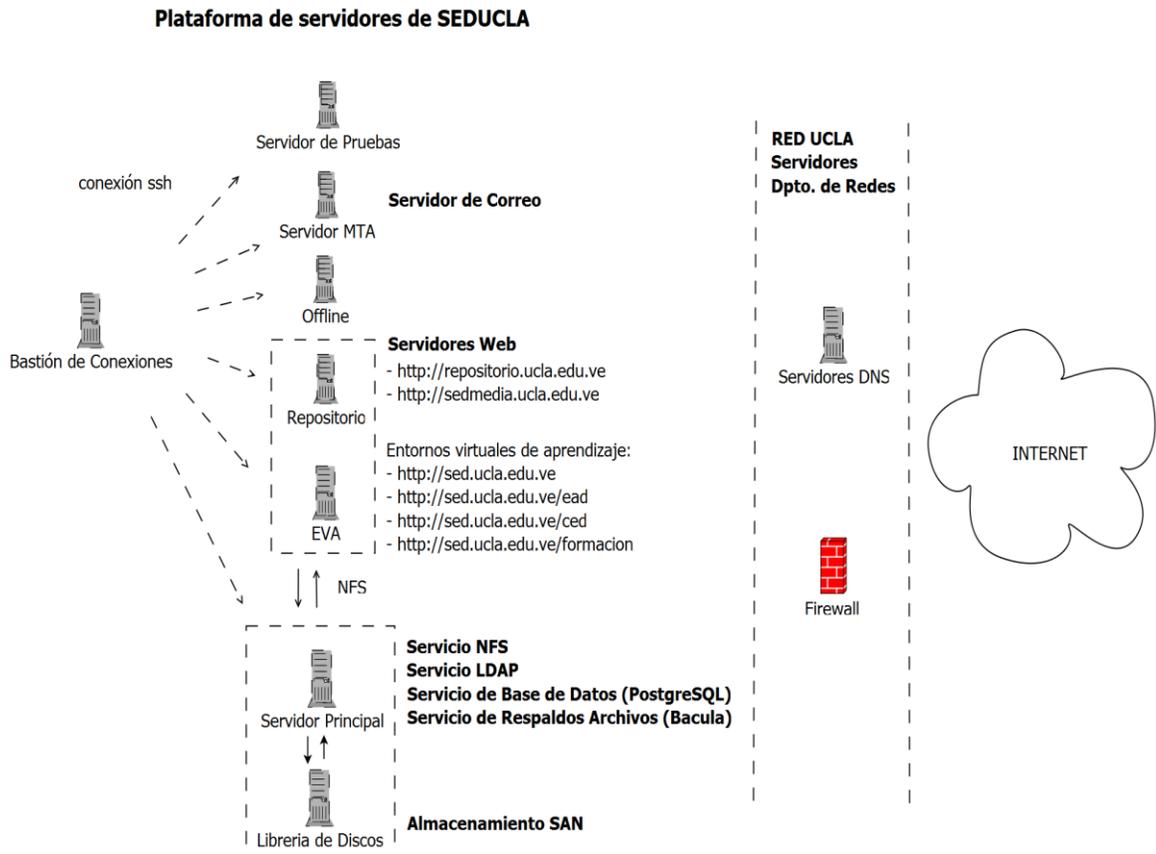


Gráfico 1. **Plataforma de servidores de SEDUCLA**. Fuente: Autor (2011).

Dada la plataforma de servidores de SEDUCLA, gestionada por dicha coordinación, se manifiestan las siguientes problemáticas asociadas:

- a) Ante un nuevo requerimiento, de cualquier coordinación de SEDUCLA, que represente la instalación de un nuevo servicio TI, los tiempos para su puesta

en marcha, pueden extenderse debido a la lentitud en el aprovisionamiento de un servidor, es decir, el tiempo empleado en la compra, instalación, configuración y puesta a punto del equipo, con su sistema operativo base, donde se instalará posteriormente el servicio en cuestión.

- b) El mantenimiento o corrección de falla en el hardware, puede ocasionar el apagado de un servidor, acarreado una parada en el EVA, dependiendo del servicio crítico asociado al equipo en cuestión, hecho que genera un retraso en las actividades académicas planificadas por los docentes para sus estudiantes, que cursan estudios a distancia. En el gráfico 1, puede evidenciarse que los servidores críticos son el Servidor de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), y el Servidor Principal, una falla en estos equipos, reportaría una posible parada en el funcionamiento de los EVAs.

- c) Otra situación presente en el parque de servidores, es la subutilización de la capacidad de procesamiento de algunos equipos, caracterizada por la distribución tradicional de un servicio por servidor, lo que origina que algunos servidores físicos estén la mayor parte del tiempo ociosos, incrementando el consumo eléctrico y las tareas de mantenimiento.

- d) La gestión de los servicios web, de almacenamiento y autenticación que dan soporte al Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) de SEDUCLA, se hace cada vez más compleja conforme aumenta el número de usuarios y cursos registrados, en cada lapso académico, lo que produce un aumento considerable de visitantes web al EVA, generándose una degradación del servicio web asociado a dicha aplicación. Esto exige además, una considerable cantidad de tiempo en tareas de mantenimiento y monitoreo del servidor web. Lo que deja un margen muy pequeño para la investigación,

innovación y mejoramiento de dicho entorno como de las aplicaciones que lo complementan.

Ante el panorama planteado, es pertinente abordar la presente investigación, en donde se analizará detalladamente las respuestas a las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los requerimientos que actualmente demanda la plataforma tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA) para la administración de servidores?

¿Qué paradigmas de computación distribuida emergentes son los más aplicados en entornos universitarios, con respecto a la administración de servidores?

¿Cuáles de estos paradigmas pudieran ser aplicables, a la plataforma tecnológica de SEDUCLA?

¿Qué aspectos deben considerarse para determinar si es viable técnica, operativa, y económicamente, el diseño de un modelo de computación de nube para la infraestructura tecnológica de SEDUCLA?

¿Cuál sería el esquema de un modelo de computación de nube para apoyar la gestión de servidores de SEDUCLA?

Las respuestas a las preguntas anteriormente formuladas, permiten proponer un modelo de computación de nube para apoyar la administración de los servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.

Objetivos de la Investigación

General

Proponer un modelo de computación de nube, para la administración de servidores de la plataforma tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA).

Específicos

1. Diagnosticar los requerimientos que actualmente demanda la plataforma tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA) para la administración de servidores.
2. Analizar los paradigmas de computación distribuida emergentes más aplicados en entornos universitarios, con respecto a la administración de servidores.
3. Identificar el paradigma que mejor se adapte a la gestión de servidores de SEDUCLA sobre la infraestructura tecnológica existente.
4. Determinar la factibilidad técnica, operativa y económica del diseño de un modelo de computación de nube que apoye la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.
5. Diseñar un modelo de computación de nube para apoyar la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.

Justificación e Importancia

La Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2010) sostiene que la computación de nube reporta diversos beneficios para las instituciones de educación y sus estudiantes entre los que destacan; la economía, mediante el ahorro en costos operativos. La elasticidad, lo que permite comenzar con una pequeña oferta de servicios educativos e ir aumentando dicha oferta, de acuerdo con las necesidades de sus usuarios, y sin realizar grandes inversiones en equipos. La alta disponibilidad, permitiendo que los servicios educativos estén accesibles y funcionales el 99.5% del tiempo, dejando un margen muy reducido de periodos fuera de línea. El bajo impacto en el medio ambiente, la computación de nube permite reducir el consumo de energía mediante la optimización de dicho consumo dentro de un centro de datos. Mayor enfoque en los procesos claves de la institución, lo que permite a las instituciones concentrarse en actividades de investigación y enseñanza, mientras la gestión de la infraestructura se realiza con menor complejidad. La satisfacción del usuario final, aparte de contar con una alta disponibilidad en los servicios educativos de los que hace uso, también cuenta con un rango de nuevas aplicaciones que les son proveídas por la nube, sin la necesidad de comprar, instalar y mantener dichas aplicaciones en sus computadores de escritorio.

La importancia de esta investigación radica, precisamente en el hecho de hacer aportes significativos en pro de mejorar la administración de servidores basado en un modelo de computación que permita el despliegue de un mayor número de servicios TI, reduciendo el uso de más servidores físicos, ofreciendo altos grados de disponibilidad y aprovechando la infraestructura presente.

La gestión de los servicios TI se verá directamente beneficiada debido al abastecimiento dinámico de servidores web virtuales que permitan atender la demanda de usuarios conectados al EVA, sin realizar la compra de nuevos equipos, además de utilizar los recursos de procesamiento de forma óptima, reajustando la capacidad de computo según las cargas de trabajo de los distintos servidores virtuales

desplegados en el parque de servidores físicos de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.

Ante un nuevo requerimiento de servicio TI que represente la instalación de un nuevo servidor, los tiempos de respuesta podrán reducirse de días a minutos, aprovechando la alta elasticidad y velocidad de despliegue de recursos virtuales que provee dicho modelo. Lo que también contribuirá a mejorar la tolerancia a fallos en caso de presentarse alguna caída en un servicio, mediante la puesta en marcha de un nuevo servidor virtual que siga prestando el servicio afectado.

La presente investigación representa un marco referencial para futuros trabajos sobre computación de nube aplicada en un contexto educativo, con el objetivo de ofrecer infraestructura como servicio (IaaS), bajo un enfoque de un uso exclusivo. Dicha investigación además representa una oportunidad para poner en práctica los conocimientos adquiridos en la maestría, a la vez de profundizarlos con las nuevas tendencias y prácticas en la industria del software.

Alcances y Limitaciones

La presente investigación se dirige al estudio de una propuesta de diseño de un modelo de computación de nube para la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA, en el nivel de Infraestructura como Servicio (IaaS) y de tipo privado, lo que establece su uso exclusivo por el entorno académico que encierra el Sistema de Educación a Distancia de la UCLA. La fase de implementación no fue considerada en el presente trabajo.

Se realizaron recomendaciones sobre herramientas de software libre para una futura implementación del modelo. Lo que deja el análisis de soluciones en software comercial como planteamiento para futuras investigaciones.

Los aspectos de seguridad en un modelo de computación de nube no fueron contemplados en la presente investigación, ni aquellos relacionados con redes de datos, lo que queda como tema propuesto para futuros trabajos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes de la Investigación

En la revisión documental realizada se encontraron como antecedentes algunos trabajos e informes realizados que se relacionan con el objeto de estudio de la presente investigación.

En el proyecto de investigación, a nivel de maestría, realizado por Rodríguez, P. (2009), bajo la modalidad especial y titulado: *“Ejecución de una base de datos distribuida sobre un entorno de Cloud Computing”*, se planteó como objetivos: (a) Proporcionar una visión general y clara acerca de la computación de nube. (b) Ofrecer unos resultados concluyentes sobre la idoneidad de este tipo de arquitecturas para la ejecución de bases de datos. En el estudio se realizó una revisión documental de los principales conceptos, niveles, arquitecturas, principales proveedores de computación de nube y herramientas de gestión para el objeto de estudio del mencionado proyecto, todo esto con el fin de cumplir con el primer objetivo. Posteriormente, en correspondencia con el segundo objetivo, el autor elaboró una comparación de las principales tecnologías para la construcción del entorno de nube, y luego eligió las que usaría para dicha tarea. Implementó un entorno de computación de nube, donde desplegó una base de datos distribuida, para medir su comportamiento, comparando los resultados obtenidos con el mismo despliegue dentro de un esquema tradicional. Entre sus conclusiones destacan: (a) Resalta el beneficio de contar con una arquitectura escalable y bajo demanda. (b) Concluye que el aprovechamiento de los recursos disponibles es más óptima siguiendo un modelo de computación de nube, ya que solo se utilizan los recursos que se necesitan. (c)

Afirma que en los entornos de nubes privadas o públicas se degrada el rendimiento de algunas aplicaciones (no en gran medida), debido a la inclusión de la capa de virtualización y de gestión de la infraestructura. (d) Sostiene que la computación de nube no es indicado para sistemas altamente transaccionales o datos sensibles a latencia.

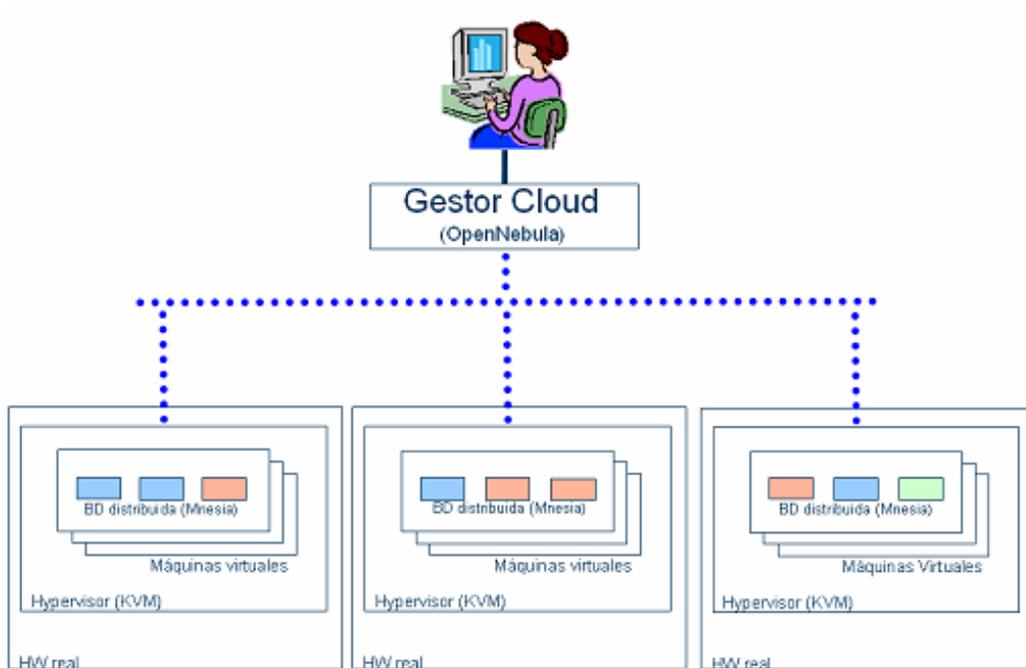


Gráfico 2. **Arquitectura del entorno de nube.** Fuente: Rodríguez (2009).

El anterior estudio, aporta a la presente investigación una referencia teórica y práctica, mediante el análisis de todo el contexto que involucra la computación de nube que realiza el autor, además de las actividades relacionadas con la construcción de un entorno de computación de nube, y las consideraciones especiales que se deben tener en cuanto a su rendimiento. Coincide además, en la intención de uso de herramientas de software libre para la implementación de dicho entorno. El trabajo ofrece detalles técnicos sobre las herramientas que permiten la implementación de un modelo de nube, además de los relacionados con la configuración de estas, para la instalación de dicho modelo.

Pagés, E. (2009), en el trabajo de investigación a nivel de pregrado, de tipo proyecto especial, denominado: “*Gestión sostenible de clústers de recursos virtuales*”. El autor se estableció los siguientes objetivos: (a) Profundizar en el estado del arte de los gestores de recursos virtuales. (b) Realizar la implementación mediante herramientas software libre. (c) Realizar una gestión del sistema centralizada y manejada por un administrador de la infraestructura. (d) Reutilizar computadores que han quedado en desuso. (e) Construir un entorno capaz de simular diferentes topologías de red y entornos de trabajo.

En dicho trabajo, el autor contextualiza el modelo de computación de nube y tecnologías asociadas, revisando su panorama teórico. Establece una caracterización del modelo, y posteriormente analiza los principales avances para los gestores de máquinas virtuales que proveen el nivel IaaS (infraestructura como servicio). Realizó una comparativa para decantarse por dos herramientas de gestión del nivel IaaS, OpenNebula y Eucalyptus, que son de software libre. Crea un modelo de computación de nube bajo dicho nivel, para validar la gestión centralizada de recursos computacionales, en ambas herramientas. Entre sus conclusiones se distinguen: a) La computación de nube está adquiriendo gran relevancia mundial como tecnología emergente. b) La virtualización de los recursos computacionales en estudio, le permitió solventar los problemas de rigidez que atravesase la infraestructura y desacoplar los entornos de trabajo para cada proyecto. c) La profundización en el conocimiento de los dos gestores de infraestructura de nube implementados (OpenNebula y Eucalyptus), le presentó la posibilidad de evaluar sus capacidades, en cuanto a la gestión centralizada de los recursos virtualizados (máquinas virtuales).

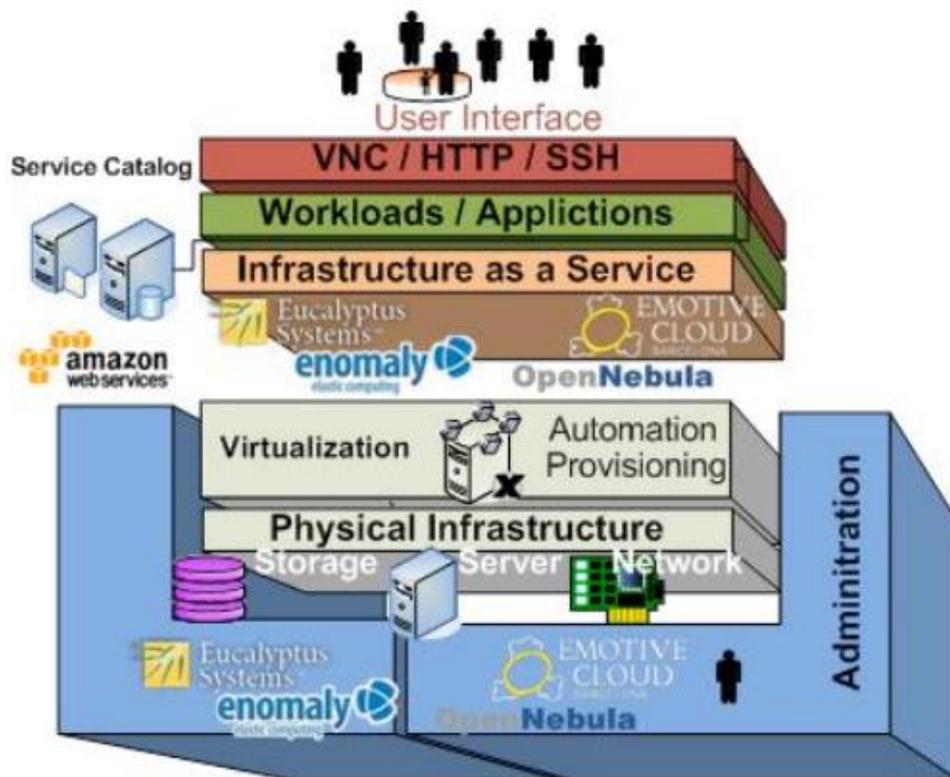


Gráfico 3. **Arquitectura del modelo estudiado por Pagés.** Fuente: Pagés (2009).

Rubiato, V. (2010) aborda en un proyecto de investigación, a nivel de pregrado, la Gestión Dinámica de Infraestructura Orientada al Negocio, mediante el diseño e implementación de un framework (software que ofrece un marco de trabajo) con algunas funcionalidades básicas que permita una gestión dinámica de la infraestructura, basado en computación de nube, con una lógica de negocio, determinada por un motor de reglas que rige el abastecimiento dinámico de recursos virtuales, para de esta forma, obtener el mayor rendimiento posible en el modelo. Destacan entre sus conclusiones: a) Afirma que la computación de nube está adquiriendo gran relevancia, y se constituye como la siguiente fase de los proyectos de tecnologías de información. b) Asevera que el rol determinante que juega la red, dentro de un modelo de computación de nube, hace necesario que exista una buena optimización de dicho componente. c) Sostiene que tanto los modelos de computación de nube privados o públicos, deben ofrecer; seguridad, transparencia y

confianza, máxima escalabilidad para soportar diversos tipos de requerimientos, máximo rendimiento en el despliegue de recursos, recuperación ante desastres y alta disponibilidad. En el siguiente gráfico se visualiza la arquitectura del modelo estudiado por Rubiato (2010).

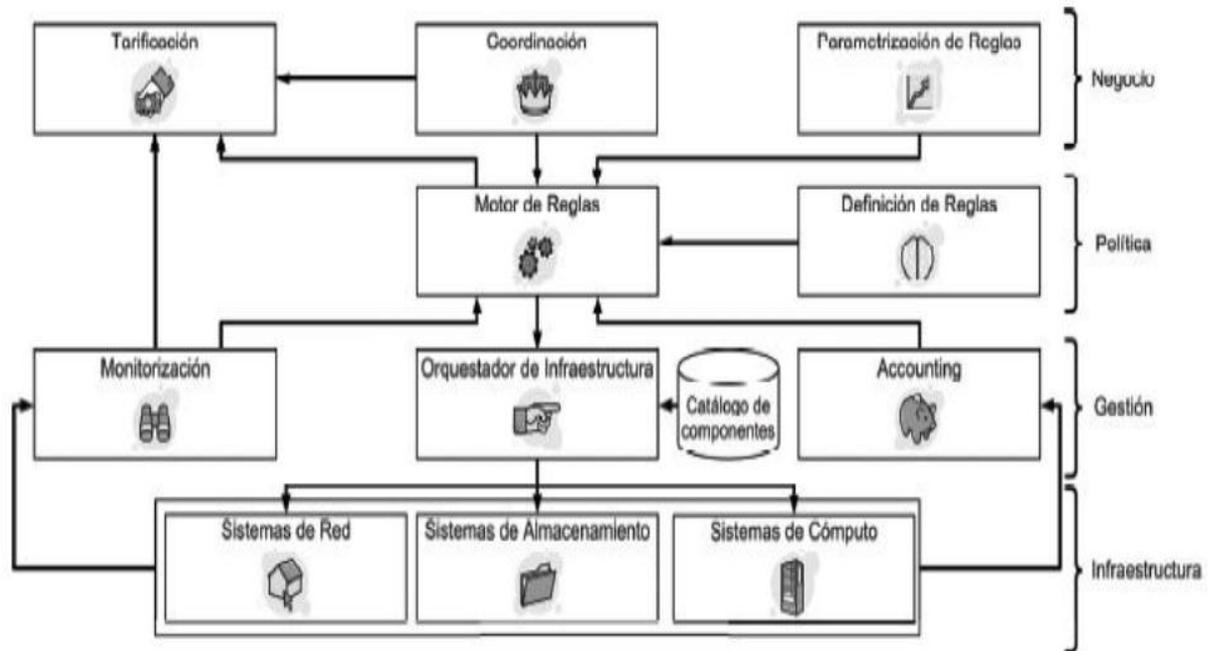


Gráfico 4. **Arquitectura del framework.** Fuente: Rubiato (2010)

Las experiencias de Pagés, E. (2009) y Rubiato, V. (2010) se tomaron como referencia en esta investigación debido a que abordan la administración centralizada y eficiente de un entorno de computación de nube, en tanto la primera ofrece en amplio detalle, dos herramientas de software libre para la gestión del nivel IaaS en dicho entorno y la segunda toma en consideración componentes adicionales, como el motor de reglas, que complementan el modelo y lo lleven a obtener el máximo nivel de rendimiento orientado a la lógica de negocio de la organización donde será implementado.

Rosales, E. (2010) presenta un trabajo de investigación, en nivel de maestría, siguiendo la modalidad de proyecto especial, denominado: “UnaCloud:

Infraestructura como servicio para cloud computing oportunista". El autor se estableció como objetivos: (a) Validar y extender el estado de la computación oportunista, en relación al modelo IaaS de computación de nube. (b) Definir la arquitectura de un modelo IaaS soportado en infraestructuras computacionales oportunistas de crecimiento horizontal. (c) Desarrollar un prototipo capaz de desplegar, administrar y entregar una plataforma de experimentación del modelo IaaS, mediante el aprovechamiento oportunista de la infraestructura computacional disponible en los laboratorios de informática del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes. (d) Contribuir a los objetivos del proyecto Campus Grid Uniandes. El autor realiza un estudio sobre los fundamentos teóricos de la computación de nube y la oportunista (uso del computador cuando no es utilizado por el usuario) para luego proceder al diseño de un prototipo que combine los dos enfoques, basados en el uso oportunista, en horarios no laborales, de los recursos que poseen los laboratorios de informática de la universidad donde se realiza el proyecto. El autor concluye su proyecto considerando: a) Su prototipo UnaCloud, representa la convergencia de los paradigmas de computación de nube y oportunista. Los resultados que obtuvo en su investigación demuestran la viabilidad de dicha convergencia b) Sostiene que el diseño del prototipo corresponde a una implementación a medida del nivel IaaS, superando todos los problemas de aprovechamiento de recursos computacionales preexistentes. c) Afirma que el prototipo despliega, administra y entrega una plataforma de experimentación multipropósito del nivel IaaS de un modelo de computación de nube.

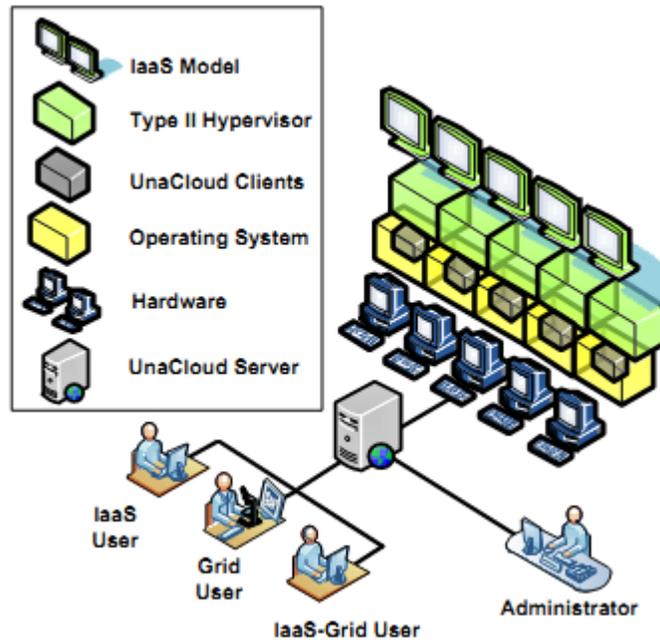


Gráfico 5. **Visión general de la arquitectura UnaCloud.** Fuente: Rosales (2010).

Guerrero A. y Mena E. (2011) en un proyecto de investigación, a nivel de pregrado, desarrollan la Implementación de un Prototipo de cloud computing de modelo privado para ofrecer infraestructura como servicio. Para ello, realizaron una contextualización teórica de la computación de nube y tecnologías relacionadas. Luego abordan la construcción del prototipo, utilizando un gestor de infraestructura, de software libre, para ofrecer el nivel IaaS (infraestructura como servicio) de la computación de nube, además de agregar una capa de gestión, con la instalación de herramientas administrativas que complementen el mencionado prototipo. Entre sus conclusiones, destacan: a) La robustez de la herramienta Eucalyptus como gestor de recursos virtuales dentro de un modelo de computación de nube. b) Con el prototipo, los autores demostraron que se puede instalar cualquier aplicación en su modelo de computación de nube, tal como se haría en un ambiente tradicional. d) La computación de nube es una tecnología que representa la evolución de la virtualización y servicios web, lo que permite la interoperatividad entre varias plataformas y la oferta de servicios bajo demanda.

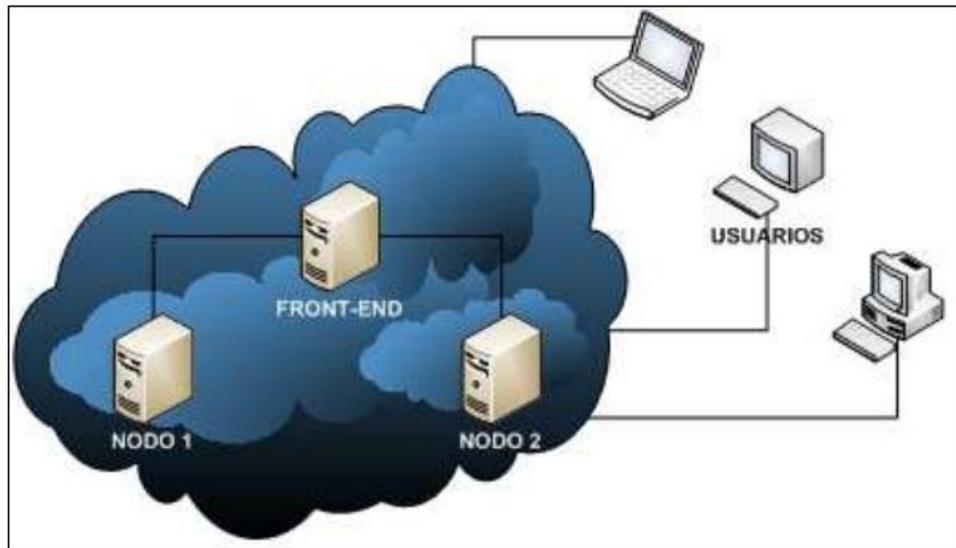


Gráfico 6. **Visión general del prototipo de la nube.** Fuente: Guerrero A.; Mena E. (2011).

Los estudios de Pagés, E (2009), Rosales E. (2010), y Guerrero A.; Mena E. (2011), se tomaron en consideración, por estar estrechamente vinculados con el objeto de estudio de la presente investigación, en relación al diseño de un modelo de computación de nube en su nivel IaaS, de tipo privado. Dichos estudios aportan en detalle, un marco de referencia práctico para la explotación de dicho nivel en el modelo a diseñar para la plataforma tecnológica de SEDUCLA. Ofrecen además una descripción de los componentes esenciales que debe poseer la arquitectura de un modelo de computación de nube desplegando un nivel de servicio IaaS, detallan la interacción de dichos componentes y las configuraciones necesarias para su funcionamiento.

Bases Teóricas

Todo proceso investigativo incluye la revisión apropiada de conceptos, proposiciones y modelos que permitan sustentar el trabajo científico requerido desde el punto de vista conceptual y teórico. En tal sentido se presentan a continuación un breve bosquejo de los conceptos vinculados con el diseño de un modelo de computación de nube para la administración de los servidores de la plataforma tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA), a fin de establecer las ideas iniciales enmarcadas en dicho proyecto.

Plataforma Tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA)

La plataforma tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA), a fines de esta investigación, se define como el conjunto de recursos computacionales, servicios y programas que soportan los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), tales como servidores, equipos de almacenamiento, servicios web, de base de datos y de autenticación instalados en dichos servidores que permiten el funcionamiento de los referidos entornos. Entendiéndose como EVA al software que: “facilita la entrega por Internet de recursos y actividades formativas para desarrollar en forma interactiva los procesos de enseñanza y aprendizaje de un determinado programa académico.” (SEDUCLA, 2009, 2).

Administración de Servidores

Según Parsons y Oja (2008), se entiende por servidor como: “una computadora que, ofrece servicios a otras computadoras denominadas clientes.” (p.241). En general, el concepto de servidor puede asumirse como un computador con gran capacidad de procesamiento que le permite ofrecer un servicio a otros computadores de menor potencia llamados clientes.

Por otra parte, Chiavenato (2004) sostiene que la administración es: “el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos para lograr los objetivos organizacionales” (p.10). Da Silva (2002), conceptualiza la administración como: "un conjunto de actividades dirigido a aprovechar los recursos de manera eficiente y eficaz con el propósito de alcanzar uno o varios objetivos o metas de la organización". (p.6).

Considerando las definiciones anteriores, se asume la administración como el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar orientado al aprovechamiento de los recursos de manera eficaz y eficiente con el objetivo de lograr las metas organizacionales.

Puede considerarse entonces, la administración de servidores como el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el aprovechamiento, de manera eficaz y eficiente, de un conjunto de recursos computacionales, conformado por equipos de gran capacidad de procesamiento, que ofrecen sus servicios dentro de una organización, con el objetivo de apoyar el logro de las metas organizacionales.

Se debe aclarar que en la presente investigación un servicio TI, hace referencia a un programa instalado en un servidor, que provee una funcionalidad específica como servicio (procesamiento web, base de datos, o autenticación de usuarios).

Computación Distribuida

Para Tanenbaum (2006), la computación distribuida es: “conjunto de computadores independientes que se muestran al usuario como un sistema único coherente” (p.2). Neuman (1994) la precisa como: “una colección de computadores, conectados en red, trabajando juntas para colectivamente implementar algún mínimo conjunto de servicios”. (p.2).

En relación a los planteamientos anteriores, se puede asumir la computación distribuida como un conjunto de recursos computacionales independientes,

conectados mediante una red, trabajando juntas colectivamente, para mostrarse al usuario como un sistema único, en la prestación de algún servicio.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (2009) sostiene que, nuevos paradigmas relacionados con la computación distribuida han emergido con la finalidad de entregar tecnologías de información como un servicio, entre los cuales se destacan; la computación de nube, computación de grid o malla, computación de margen (edge computing) y computación de utilidad (utility computing).

Según UNESCO (2011), cinco universidades africanas (de Argelia, Ghana, Nigeria, Senegal y Zimbawe) establecieron un proyecto de implementación de computación Grid y de Nube con el objetivo de contribuir con la enseñanza y la investigación en África y la región de los Estados Árabes.

De igual forma, la Universidad de Murcia en España pone a disposición un sistema para el pago de algunos servicios, soportado en el paradigma de computación de nube (Ventana Digital, 2011).

Del Moral (2011) afirma que la Universidad Tecnológica de Panamá desarrolló un proyecto de grid con la finalidad de establecer las bases de computación de alto rendimiento para sus actividades de investigación, además planean crear una nube académica para prestar servicios educativos soportados por un modelo de computación de nube. Finalmente, La Universidad de los Andes en Venezuela, apostó por la computación en grid (DiarioTI, 2007) para crear un laboratorio de computación de alto desempeño para sus proyectos de investigación y formar parte de una gran red conformada por universidades, centros de investigación e instituciones sin fines de lucro para colaborar en la investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones grid.

Computación de Grid

Foster (2002), propone tres elementos que debe cumplir un sistema para ser llamado grid que son: a) sistema que coordina recursos, que no están sujetos a un control centralizado b) que usando interfaces y protocolos estándares, c) abiertos y de propósito general para proveer de servicios relevantes.

Domínguez Hernández (2005) plantea que una grid es:

“... una infraestructura que permite el acceso y procesamiento concurrente de un programa entre varias entidades computacionales independientes. Un sistema paralelo y distribuido que permite la compartición, detección y agregación de recursos autónomos geográficamente distribuidos, de manera dinámica, en tiempo de ejecución, y depende de su disponibilidad, capacidad, rendimiento, coste y requisitos de QoS de los usuarios.”(p.1)

Por lo tanto, la computación de grid se puede definir como un conjunto de servidores autónomos, geográficamente distribuidos, conectados a través de una red y que no están sujetos a control centralizado, los cuales proporcionan la ejecución de un programa por medio de un conjunto de protocolos e interfaces abiertos, para ofrecer computación de alto rendimiento.

De igual forma, Domínguez Hernández (2005) presenta el funcionamiento básico de una grid en el siguiente gráfico:

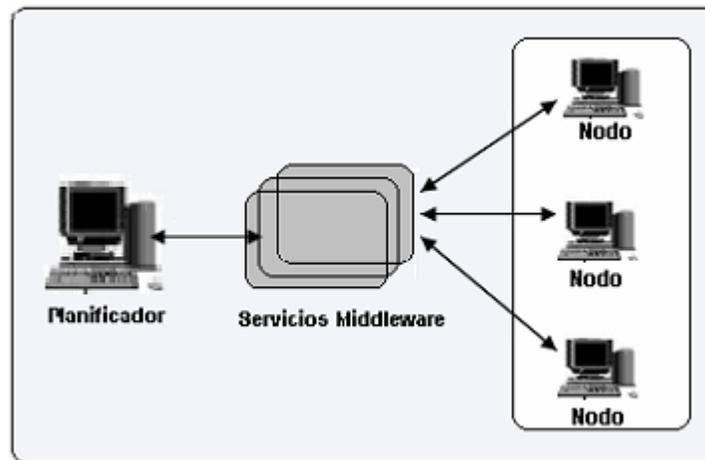


Gráfico 7. **Funcionamiento básico de una grid.** Fuente: Domínguez Hernández (2005).

La ejecución de una tarea en un servidor perteneciente a una grid es decidida por el equipo planificador en función de las capacidades computacionales de dicho

servidor. La ejecución de una aplicación en la grid es subdividida en tareas y cada nodo procesa la parte que le toca. Periódicamente el planificador contacta a cada nodo, para asegurarse que la ejecución de la tarea marche bien, e incluso puede realizar correcciones sobre la marcha (Domínguez Hernández, 2005). Cada nodo devuelve el resultado de la computación realizada.

Entre las áreas más resaltantes de la computación de grid señaladas por Vicuña (2010) se presentan las siguientes: (a) Compartir Recursos: el uso de recursos compartidos geográficamente dispersos, es la esencia de la computación de grid; (b) Acceso seguro: se refiere a la confianza entre proveedores y usuarios de los recursos, especialmente cuando no se conocen. (c) Uso de Recursos: la coordinación para el uso balanceado y eficiente de los recursos es fundamental. (d) Sin límites en distancia: acceder a recursos computacional desde cualquier lugar desde donde se requiera. (e) estándares abiertos: la interoperabilidad entre redes grid a través del uso de estándares abiertos es la clave.

Virtualización

Según Vmware (2011), la virtualización es una tecnología que permite ejecutar varias máquinas virtuales sobre un servidor, y pueden compartir los recursos de ese computador en varios entornos. Dichas máquinas virtuales ejecutan sistemas operativos sobre la misma computadora física. De acuerdo con el artículo publicado en la página web Virtualización (2007), para que la máquinas virtuales puedan ejecutarse, existe una capa intermedia de software, entre el hardware del servidor y dichas maquinas llamada hipervisor (hypervisor), encargada de manejar, gestionar y controlar los cuatro recursos principales de una computadora (CPU, memoria, red, almacenamiento) para repartir dinámicamente dichos recursos entre todas las máquinas virtuales definidas sobre ese computador.

Existen dos tipos de hipervisor, de tipo I y de tipo II. La diferencia principal radica en que los del Tipo I, se instalan directamente sobre el hardware creando la capa de virtualización proveída por el hipervisor, sobre la cual se desplegarán los

sistemas operativos huéspedes (máquinas virtuales). Los de Tipo II se instalan sobre un sistema operativo base que interactúa con el hardware subyacente. (Rosales, 2010, 24).

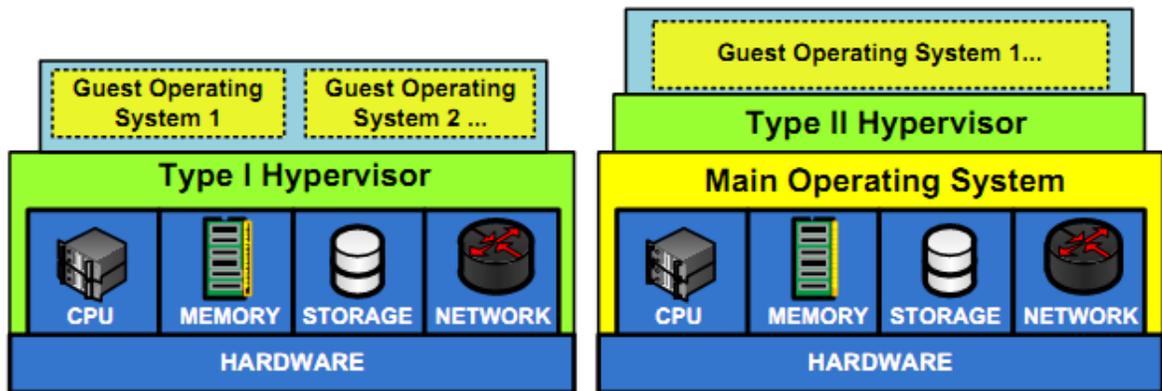


Gráfico8. Diagrama de despliegue de un hipervisor. Fuente: Rosales (2010).

Entre las ventajas que sugieren Arbós y otros (2011) sobre la adopción de la virtualización destacan:

- a) *Ahorro*: Optimiza el aprovechamiento de los recursos de hardware, lo que se traduce en ahorro en compras de nuevos equipos, energía consumida y espacio.
- b) *Flexibilidad*: En un mismo equipo podemos tener dos máquinas virtuales ejecutando sistemas operativos distintos como por ejemplo, Windows y GNU/Linux.
- c) *Escalabilidad*: La virtualización iguala toda la capa de hardware entre un conjunto de máquinas heterogéneas.

Cabe destacar que la base de la computación de nube es precisamente la virtualización, tal como lo muestra lo sugieren Guerrero A. y Mena E. (2011) en la siguiente figura:

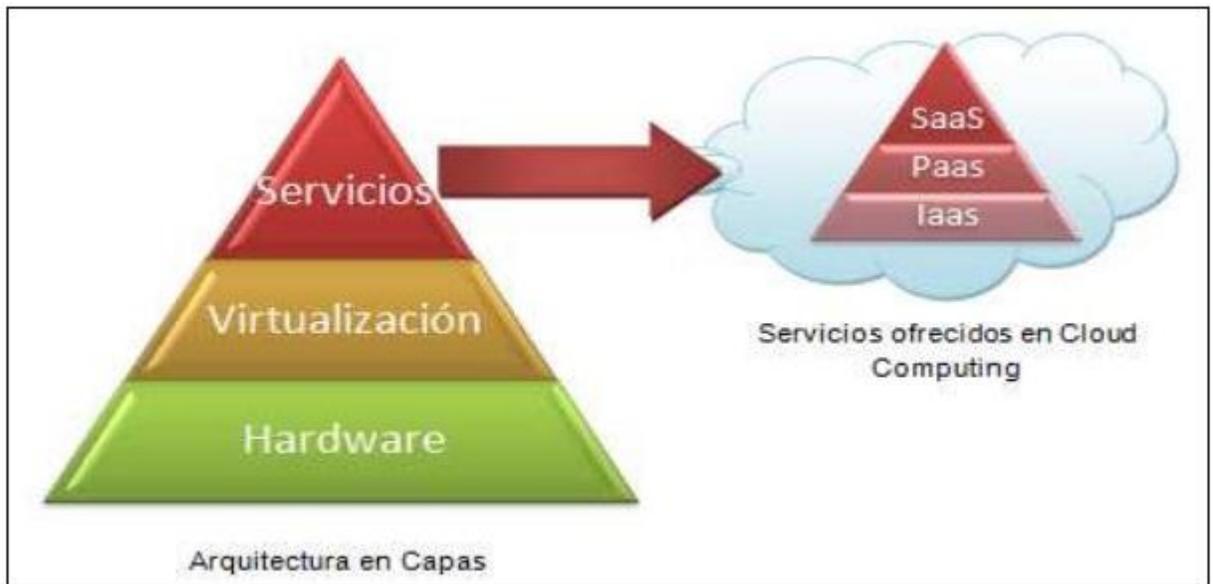


Gráfico 9. **Arquitectura en capas y servicios de computación de nube.** Fuente: Guerrero A. y Mena E. (2011).

Computación de nube

A continuación se presentan algunas definiciones que permiten obtener una idea sobre el concepto de computación de nube:

Vaqueros y otros (2009) lo define como:

“... un gran número de recursos generalmente virtuales fácilmente utilizables y accesibles tales como hardware, plataformas de desarrollo y/o servicios. Estos recursos pueden ser reconfigurados dinámicamente para adaptarse a una carga variable (escalable) así como permitir una óptima utilización de los recursos.”

Menken (2008):

“...el uso de la capacidad de computación que reside en el poder de procesamiento de muchos computadores interconectados, mientras permanece oculta la estructura que hay detrás de ello”.

Rajkumar y otros (2009):

“...un tipo de sistema paralelo y distribuido compuesto por un conjunto de computadores virtualizados e interconectados que son abastecidos dinámicamente y presentados como uno o más recursos computacionales unificados, soportados por acuerdos de nivel de servicios, establecidos mediante la negociación entre el consumidor y el proveedor de servicios” (p.3)

NIST (2011):

“...un modelo que permite acceso mediante red, desde cualquier parte, de forma conveniente y bajo demanda a un conjunto compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente aprovisionados y puestos en funcionamiento con un mínimo esfuerzo de administración o interacción con el proveedor de servicios.” (p.14)

A partir de las conceptos anteriores, se logra precisar la computación de nube como un conjunto de recursos virtualizados e interconectados, que pueden ser abastecidos y reconfigurados dinámicamente, permitiendo adaptarse a una carga variable, optimizando el uso de dichos recursos, y con la finalidad de proveer un servicio de administración de infraestructuras, plataformas y aplicaciones a través de la internet a usuarios remotos, sin la necesidad que estos deban conocer la estructura que hay detrás del mencionado servicio.

Según Rosales (2010) los niveles de servicio, comúnmente definidos para la computación de nube son los siguientes:

a) *Nivel SaaS (Software como Servicio).*

Consiste en la entrega de un software como servicio a través de internet. Bajo un esquema de demanda, es escalable en almacenamiento y número de usuarios. La ventaja para los clientes que utilizan este servicio es que se abastecen de una

aplicación en pocos instantes, accediendo a través de internet sin preocuparse por su mantenimiento ni administración de la misma. Ejemplos conocidos: Gmail, Google Docs, Salesforce.com

b) Nivel PaaS (Plataforma como Servicio):

Consiste en el ofrecimiento de una plataforma de desarrollo de aplicaciones, completamente personalizable. La idea fundamental es ofrecer un servicio que ofrece todo lo necesario para soportar la construcción y despliegue de aplicaciones completamente disponibles en internet. Ejemplos de este nivel: Google AppEngine, Microsoft Azure.

c) Nivel IaaS (Infraestructura como Servicio):

Nivel en el que se ofrece recursos computacionales como un servicio, normalmente a través de una plataforma de virtualización (asignación de máquinas virtuales bajo demanda). Incluye servidores, equipamiento de red, almacenamiento. Estos servicios son accesibles a través de la web y se paga lo que se usa. Ejemplo: Amazon Web Services.

Existe una colaboración entre estos niveles, por tanto cada nivel puede utilizar los servicios del nivel inmediatamente inferior (Gráfico 10).



Gráfico 10. Niveles de servicio de la computación de nube. Fuente: Rodríguez (2009).

Además de los niveles de servicio, NIST (2011) sostiene que un modelo de computación de nube, puede clasificarse tradicionalmente en cuatro tipos: a) *Privado*: cuando el modelo de nube funciona dentro de los límites de la organización y es de su uso exclusivo. b) *Comunitario*: el modelo de computación de nube es compartido y usado por un conjunto de organizaciones con un propósito único. c) *Público*: cuando el modelo está concebido para ser usado por instituciones educativas, comerciales, científicas y público en general. d) *Híbrido*: es la combinación de dos o más nubes (privadas, públicas o comunitarias) que bajo una sola entidad ofrecen varios niveles de despliegue.

Entre las características de un modelo de computación de nube según Pagés (2009) destacan; a) *Multipropósito*: la infraestructura es compartida por uno o varios usuarios dándole un uso específico y sin comprometer la privacidad de los datos de cada usuario. b) *Autoservicio*: se minimiza la complejidad en las tareas de los administradores de la infraestructura, sirviéndose estos de una sencilla interfaz para la gestión de los recursos computacionales. c) *Escalabilidad*: la capacidad que tiene el modelo de crecer y dar soporte a los requerimientos específicos de los usuarios. d) *Tolerancia a fallos*: la capacidad que posee el modelo de recuperarse ante fallos inesperados en hardware, manteniendo la continuidad de sus operaciones. e) *Disponible bajo demanda*: capaz de asignar toda la capacidad computacional de la infraestructura subyacente a servicios específicos cuando estos lo requieran.

En el siguiente gráfico se presenta la arquitectura general de un entorno de nube:

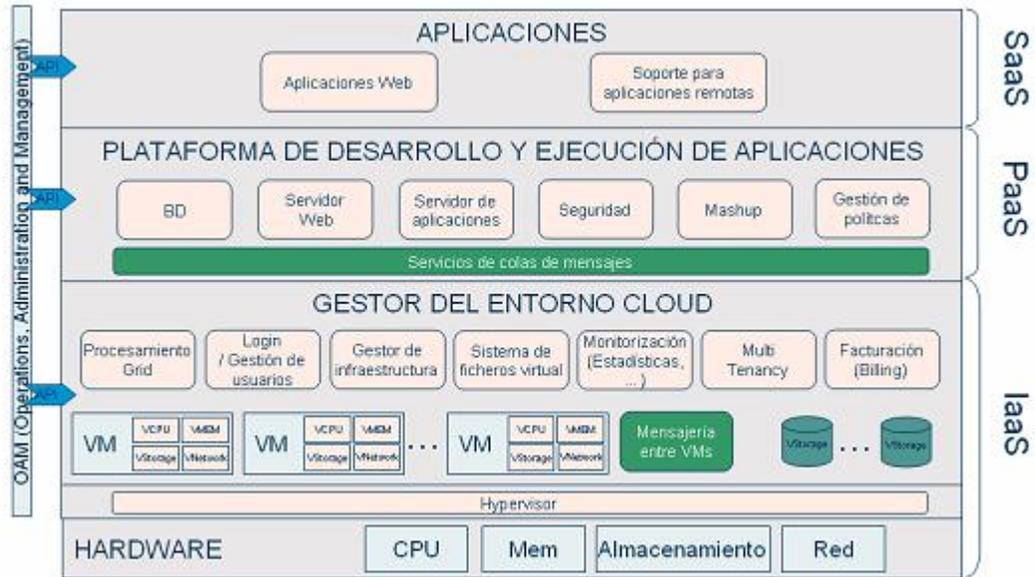


Gráfico 11. **Arquitectura general de un entorno de nube.** Fuente: Rodríguez (2009)

Puede evidenciarse en el gráfico anterior los componentes de cada nivel de servicio, se debe destacar el papel fundamental que ejerce el gestor del entorno cloud en la administración de toda la infraestructura computacional subyacente apoyada en las funciones que provee el hipervisor.

Dependiendo de los niveles del servicio, existen distintos tipos de usuario consumidores que interactúan con el modelo de nube, tal como se muestra en el siguiente gráfico:

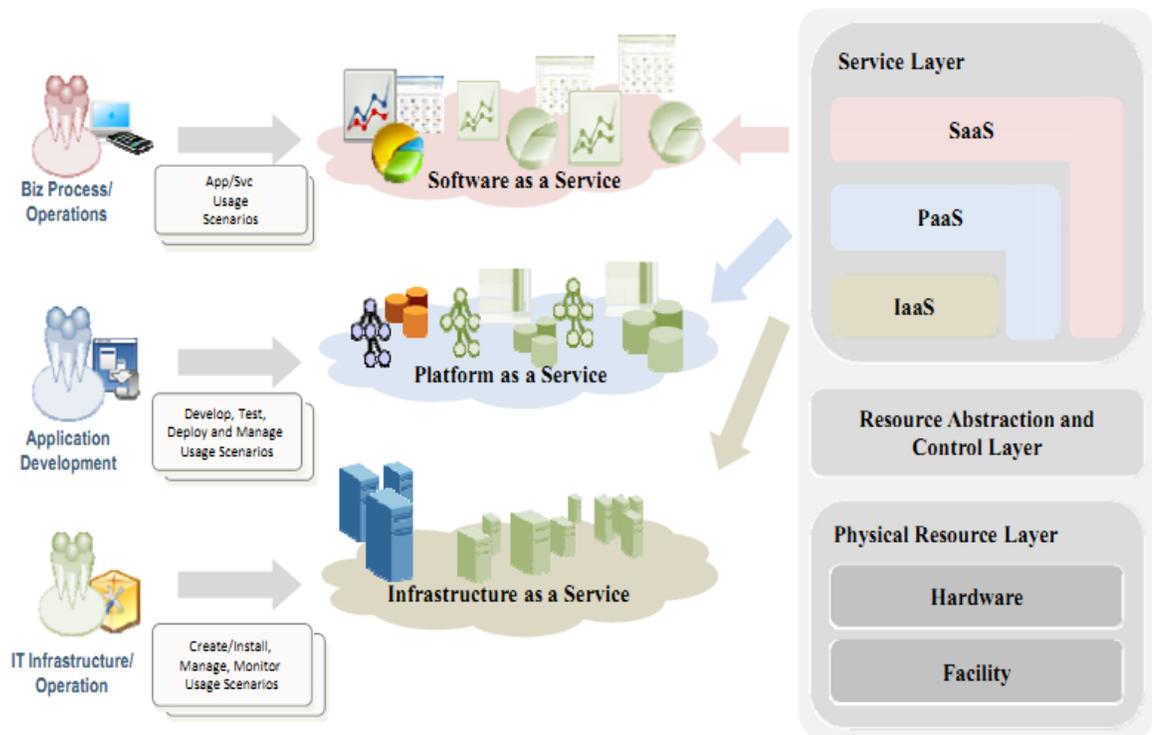


Gráfico 12. Usuarios por niveles de servicio en un modelo de computación de nube.

Fuente: Adaptado de NIST (2011)

Se evidencia en el gráfico anterior, el nivel más alto refiere al usuario que interactúa con los sistemas informáticos de la organización. En el nivel intermedio, corresponde a los usuarios del equipo de desarrollo y prueba de las aplicaciones ofrecidas en el modelo computacional. En el nivel más bajo se presenta los usuarios correspondientes al manejo de la infraestructura computacional ofrecida por el dicho modelo.

Se debe destacar, en relación a la adopción de un modelo de computación de nube, dentro de una organización, la Cloud Standards Customer Council (2011) (CSCC) sugiere el siguiente plan de actividades:

Cuadro 1. Plan de actividades para la adopción de un modelo de computación de nube.

Actividad	Descripción
1. Reunir un equipo.	Esta actividad trata de armar el equipo responsable de elaborar y aprobar una estrategia, además de un plan de implementación de servicios en un modelo de nube que formarán parte del total del entorno de TI.
2. Elaborar un caso y una estrategia de nube empresarial.	Para asegurar una suave transición hacia un modelo de nube, se requiere establecer una estrategia hacia dicho modelo, lo que establece las bases para la migración de servicios TI específicos.
3. Seleccione la nube de despliegue del modelo.	En este punto se debe seleccionar el tipo de nube a desplegar, si es privada, pública o híbrida.
4. Seleccione el modelo de servicios de nube (s).	Es aquí donde se selecciona el nivel de servicio que desplegará el modelo. Entre los niveles que destacan: IaaS, PaaS y SaaS.
5. Determinar quién va a desarrollar, probar y desplegar los servicios de la nube.	Aquí se designa qué recurso humano será el encargado de llevar la construcción del modelo. Se plantean tres alternativas: Contar con el recurso interno de la empresa, contratar un proveedor, o un consultor independiente para el desarrollo.
6. Desarrollar una prueba de concepto antes de pasar a producción.	En esta actividad se plantea desarrollar una prueba concepto del modelo de nube, con los distintos actores del entorno TI (administradores de sistemas, desarrolladores, personal de soporte, usuarios finales). Si los resultados de la prueba superan las expectativas, el modelo de nube pasa a producción.
7. Integración con los servicios existentes en la empresa.	Esta actividad orienta a la integración del modelo de nube con los servicios TI existentes en la empresa. En caso de que estos servicios no puedan ser sustituidos.
8. Desarrollar y gestionar las políticas de servicio	En este punto se deben establecer las políticas de

del modelo.	servicio entre el proveedor de nube y el consumidor final. Tanto para la administración de los servicios TI de la nube como su uso por parte de los consumidores finales.
9. Gestionar el entorno de nube.	Designar las responsabilidades de gestión del entorno de nube con el personal TI de la empresa, velando por el cumplimiento de las políticas de servicio.

Fuente: CSCC (2011)

Software Libre

Según el Decreto N° 3390 promulgado por el estado venezolano en fecha 28-12-2004, el software libre es: “programa de computación cuya licencia garantiza al usuario acceso al código fuente del programa y lo autoriza a ejecutarlo con cualquier propósito, modificarlo y redistribuir tanto el programa original como sus modificaciones en las mismas condiciones de licenciamiento acordadas al programa original, sin tener que pagar regalías a los desarrolladores previos.”

Según la Free Software Foundation (2010), el software libre se refiere a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar el software y distribuirlo modificado.

De las definiciones anteriores, puede concluirse que el software libre es un programa de computación que ofrece la libertad al usuario de ejecutarlo, copiarlo, distribuirlo, estudiarlo, modificarlo y distribuir sus modificaciones bajo las mismas condiciones de licencia del programa original, sin pagar regalías a sus desarrolladores iniciales.

Operacionalización de Variables

Según Arias (2006), la operacionalización de variables es: “el proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores.” (p.63)

Así mismo, sostiene que una dimensión no es más que un elemento que compone una variable compleja, que resulta de su análisis o descomposición, e indicador es por consiguiente, la unidad de medida que permite el estudio o cuantificación de una variable o dimensión.

En concordancia con lo anteriormente expuesto, la variable de estudio de la presente investigación se corresponde con “Requerimientos en una plataforma tecnológica de un Sistema de Educación a Distancia para la administración de sus servidores”. Definida como: conjunto de condiciones, que desde el punto de vista tecnológico, deben estar presentes en una plataforma tecnológica de un sistema de Educación a Distancia para la administración óptima de sus servidores. Entre dichas condiciones se encuentran: alta disponibilidad, tolerancia a fallos, ahorro energético, aprovechamiento de recursos computacionales de manera óptima, adaptabilidad, reducción de costos, rapidez de instalaciones, adecuación ecológica y medición.

A continuación se presenta el cuadro de operacionalización de variables, ver Cuadro 2.

Cuadro 2. Operacionalización de las Variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	Indicadores	Técnica e Instrumento	Sujetos del estudio	ITEM
Requerimientos en una plataforma tecnológica de un Sistema de Educación a Distancia para la administración de sus servidores	Alta disponibilidad	- Con posibilidad de realizar mantenimientos sin que represente la interrupción de algún servicio TI	Cuestionario – Fuentes documentales	Personal SEDUCLA: Apoyo Tecnológico (Infraestructura, Administración de Entornos Virtuales de Aprendizaje. Departamento de Redes de la Dirección de Telecomunicaciones UCLA. Personal Técnico	1
	Tolerancia a fallos	- Capacidad para mantener la continuidad del servicio TI, ante fallos inesperados.			2
	Ahorro energético	- Conveniente para reducir costos eléctricos innecesarios en periodos de bajo consumo de recursos computacionales			3
	Aprovechamiento de recursos computacionales de manera óptima	- Aprovechamiento de la capacidad computacional existente y de manera optima - Mantener la calidad de servicio sin necesidad de interacción humana - Reasignación de recursos físicos (CPU, memoria, disco) a un servicio TI crítico y atender mejor su demanda.			4
					5
					6
	Adaptabilidad	- Con posibilidad de aumentar las capacidades de infraestructura computacional para satisfacer requerimientos críticos sobre proyectos tecnológicos - Crecimiento o disminución en servicios TI bajo demanda			7
					8
	Reducción de costos	- Uso de software libre probado en ambientes universitarios - Rentable en atención a los costos asociados a la inversión en compra de nuevos equipos			9
Rapidez de instalaciones	- Con en el que pueda abastecerse de un nuevo recurso computacional de forma rápida.	10			
Adecuación ecológica	- Rentable desde el punto de vista ecológico en cuanto al ahorro en espacio físico	11			
Medición	- En el que se registre la trazabilidad de su consumo de recursos computacionales por parte de los usuarios para medir calidad de servicio y establecer políticas	12			
			13		

Fuente: Autor (2011).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Naturaleza de la Investigación

La presente investigación se enmarca dentro de la modalidad de estudio de proyecto, apoyada en la investigación monográfica documental y de campo, que de acuerdo con el Manual para la Elaboración de Trabajo Conducentes a Grado Académico de Especialización, Maestría y Doctorado de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (2002): “Se entenderá por estudios de proyectos una proposición sustentada en un modelo viable para resolver un problema práctico planteado, tendente a satisfacer necesidades institucionales o sociales...”. En este sentido, en este estudio se planteó como objetivo general proponer un modelo un modelo de computación de nube, para la administración de servidores de la plataforma tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA).

De igual forma, este estudio se apoya en la investigación monográfica documental y de campo, porque primeramente se realizaron consultas y lecturas de trabajos de grados, tesis, libros, artículos y revistas que fueron relevantes para la descripción detallada del objeto de estudio. Asimismo, esta investigación es de campo porque se aplicó un cuestionario y se levantó información de los elementos que configuran el ámbito del problema, todo lo cual permitió el abordaje de los objetivo específicos referidos al a) Diagnóstico de los requerimientos que actualmente demanda la plataforma tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA

(SEDUCLA) para la administración de servidores; b) Análisis de los paradigmas de computación distribuida emergentes más aplicados en entornos universitarios, con respecto a la administración de servidores; c) Identificación del paradigma que mejor se adapte a la gestión de servidores de SEDUCLA sobre la infraestructura tecnológica existente; d) Determinación de la factibilidad técnica, operativa y económica para el diseño de un modelo de computación de nube para la plataforma tecnológica de SEDUCLA; e) Diseño de un modelo de computación de nube que apoye la gestión de los servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.

Diseño de la Investigación

Acorde con el enfoque metodológico que se propone, la investigación se desarrolló a través de tres fases fundamentales: Fase I. Diagnóstico, Fase II. Estudio de la Factibilidad. Fase III. Diseño del Modelo. A continuación se especifican las dos primeras fases y en un capítulo aparte se presenta la última fase debido a su relevancia y extensión.

Fase I. Diagnóstico.

La fase diagnóstico tuvo como principal finalidad, determinar la situación actual en relación a la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA, en cuanto a su funcionamiento y los requerimientos que actualmente demanda para su gestión. Igualmente, se analizaron los paradigmas emergentes de computación distribuida, en escenarios universitarios, y se identificó el paradigma aplicable a la infraestructura presente en SEDUCLA, todo esto, en correspondencia con los objetivos específicos 1, 2 y 3 de la investigación desarrollada. Es por ello, que a partir de los resultados de este estudio diagnóstico, podrán ser incorporadas soluciones al nuevo modelo de computación, que permitan corregir vulnerabilidades y una mejor adaptación de dicho diseño a los requerimientos reales que amerite el

caso, a fin de establecer una solución al problema en estudio. Esta fase además permitió el desarrollo de las siguientes fases en este proceso investigativo.

Sujetos del estudio

Los sujetos del estudio fueron seleccionados considerando los parámetros del muestreo intencional, referido al procedimiento que se utiliza en situaciones en que la muestra es muy pequeña y se tiene fácil acceso.

En este sentido, para el desarrollo de la presente investigación los sujetos de estudio lo conforman 05 individuos, quienes son personal administrativo adscritos al Sistema de Educación a Distancia de la UCLA, que laboran específicamente en la Administración de Entornos Virtuales de Aprendizaje de SEDUCLA, y en el Departamento de Redes de la Dirección de Telecomunicaciones de la UCLA.

Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.

En concordancia con los objetivos de la presente investigación, se utilizaron técnicas e instrumentos para la recolección de la información a fin de determinar aquellos requerimientos que actualmente demanda la plataforma tecnológica de SEDUCLA. Se aplicaron técnicas como la “observación directa” empleada en el objeto de estudio, la cual la define Arias (2006) como una técnica de recolección de datos que consiste en “visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos preestablecidos”. (p.69); con el fin de recabar las características de los equipos de computación de SEDUCLA, ubicados en la sala de servidores del Dpto.de Redes de Datos de la UCLA, además de su esquema de funcionamiento. Otra técnica empleada fue la de revisión de fuentes documentales utilizada con la finalidad de recabar información sobre el estado del arte de los paradigmas emergentes de computación distribuida aplicados en escenarios

universitarios. También permitió revisar algunas herramientas de software libre que permiten implementar un modelo de computación de nube.

En relación con los instrumentos, para el presente estudio se diseñó y aplicó un cuestionario (Ver Anexo “A”), que de acuerdo con Hernández y otros (1996) “está conformado por preguntas preparadas cuidadosamente y relacionadas con los hechos o aspectos que conforman la investigación, así como es aplicado a la muestra a que se extiende el estudio” (p.73). Dicho instrumento permitió medir la opinión de los sujetos seleccionados, acerca de las características de funcionamiento de un nuevo modelo de computación para la plataforma tecnológica de SEDUCLA que apoye la administración de sus servidores.

La cantidad de ítems que estructuran el cuestionario es de 13 en total, cuyas opciones de respuestas fueron las siguientes:

TDA: Totalmente de acuerdo.

DA: De acuerdo.

NAND: Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

ED: En desacuerdo.

TDDA: totalmente en desacuerdo.

Validez y Confiabilidad del Instrumento

Para Busot (1991), los instrumentos “deben cumplir ciertas condiciones técnicas para garantizar que los resultados que ellos proporcionan sean reflejo de una realidad existente” (p.620). En concordancia con lo expresado por el autor, se procedió a determinar la validez y confiabilidad del instrumento diseñado para la recolección de datos.

Según lo planteado por Ary, Jacobs y Razavich (1992), la validez se refiere a “la eficacia con que un instrumento mide lo que se desea medir” (p.203). Para efectos de este estudio, en cuanto a la validez del instrumento se aplicó la técnica del juicio de expertos. En tal sentido, se hizo entrega del instrumento con su respectivo formato de validación (Ver Anexo “A” y Anexo “B”) a tres (03) ingenieros en informática de

la UCLA, especialistas en el área de administración de infraestructura y servicios de tecnologías de información, con el propósito de que emitieran sus juicios sobre la validez del mismo. De acuerdo a la opinión de los expertos consultados, el instrumento resultó altamente pertinente, congruente y no tendencioso en cada uno de sus ítems.

Por su parte, Ruiz (1998) indica que la confiabilidad está referida al hecho de que “los resultados obtenidos con el instrumento en una determinada ocasión, bajo ciertas condiciones, deberían ser los mismos si volviéramos a medir el mismo rasgo en condiciones idénticas” (p.44). Lo antes expuesto da cuenta entonces que un instrumento es confiable si los resultados obtenidos a través de él se mantienen en iguales condiciones cuando lo aplicamos en un contexto similar.

De acuerdo con Marcías y Martínez (2002), la confiabilidad “se expresa numéricamente a través del coeficiente de confiabilidad y se puede calcular con varios métodos” (p. 23). Entre otros métodos, están la división por mitades, la forma paralela, el alfa de Cronbach y Kuder-Richardson.

Para estimar la confiabilidad, se aplicó el cuestionario a una muestra piloto de 03 Ingenieros en Informática pertenecientes al Centro de Tecnologías de Información y Comunicación del Decanato de Ciencias y Tecnología, cuyos resultados fueron procesados utilizando el método estadístico Alfa de Cronbach, conveniente para instrumentos con más de dos alternativas de respuestas. En el caso de esta investigación, el cálculo fue procesado mediante el programa SPSS.

En la presente investigación, el valor obtenido al aplicarse la medición de la confiabilidad al instrumento fue de 0,9445 lo que indica que dicho instrumento posee bajo grado de error, por cuanto los valores estándar oscilan entre 0 y 1, siendo los más cercanos al uno, los que indican mayor confiabilidad del instrumento.

En este sentido, al estimar la confiabilidad del cuestionario se determinó su aceptación y aplicación en este estudio, dado que el valor numérico obtenido fue altamente confiable; indicativo de que las opiniones recolectadas por los mismos facilitarían el análisis dada la persistencia de opiniones alrededor de una misma sentencia.

Resultados del Cuestionario.

A continuación se presentan los resultados de la aplicación del cuestionario (Anexo “A”) dirigido al personal administrativo adscrito al Sistema de Educación a Distancia de la UCLA, que específicamente labora en la Administración de Entornos Virtuales de Aprendizaje de SEDUCLA, y en el Departamento de Redes de la Dirección de Telecomunicaciones de la UCLA.

Seguidamente, se exponen los resultados obtenidos en cada ítem producto de la aplicación del mencionado instrumento:

Cuadro 3. Tabla de Frecuencias y Porcentajes de las respuestas emitidas por los encuestados. Dimensión: **Alta Disponibilidad.**

N°	Ítem	TDA		DA		NAND		ED		TDDA	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
1.	Posibilidad de realizar mantenimientos sin que represente la interrupción de algún servicio TI	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0

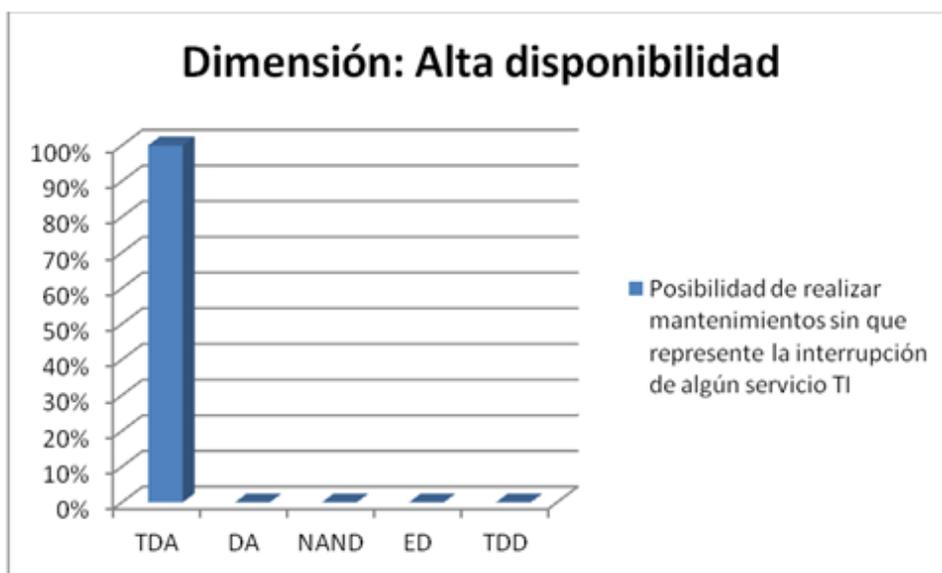


Gráfico 13. Porcentaje de respuestas emitidas en la dimensión: **Alta disponibilidad.**

Tal como se evidencia en el Cuadro y el Gráfico relacionados con la dimensión **Alta Disponibilidad**, las respuestas emitidas por los encuestados con respecto a que sea posible la realización de mantenimientos sin que represente la interrupción de algún servicio TI, el 100% manifestó estar totalmente de acuerdo. Esto sugiere que un nuevo modelo de computación para la plataforma estudiada, debe garantizar la operatividad de sus servicios aún en periodos de mantenimientos.

Cuadro 4. Tabla de Frecuencias y Porcentajes de las respuestas emitidas por los encuestados.
Dimensión: **Tolerancia ante fallos**.

N°	Ítem	TDA		DA		NAND		ED		TDDA	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
2.	Capacidad para mantener la continuidad del servicio TI, ante fallos inesperados.	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0

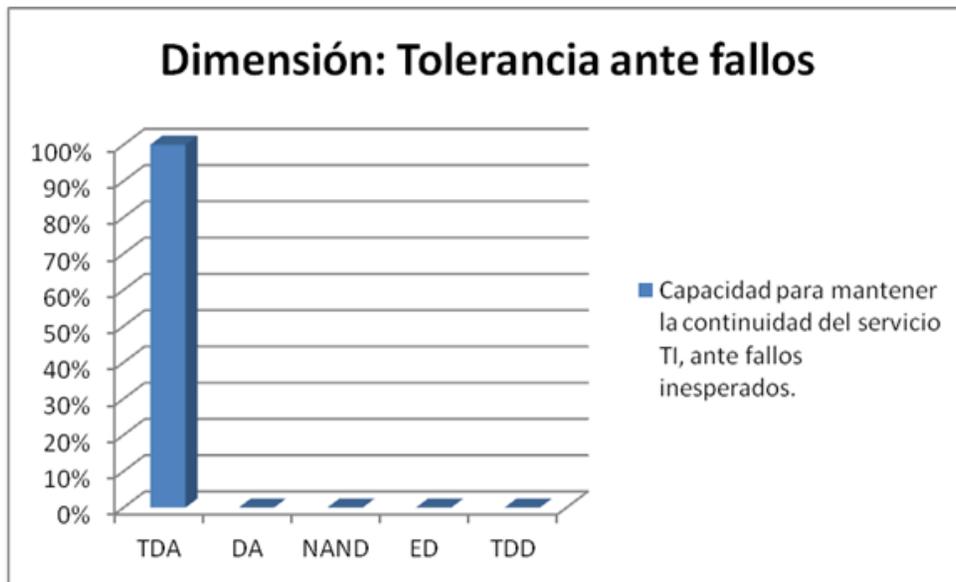


Gráfico 14. Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: **Tolerancia ante fallos**.

Como se evidencia en el Cuadro y el Gráfico relacionados con la dimensión: **Tolerancia ante fallos**, las respuestas ofrecidas por los encuestados con respecto a mantener la continuidad del servicio TI ante fallos inesperados, el 100% manifestó estar totalmente de acuerdo. En tal sentido, un nuevo modelo para esta plataforma

debe ofrecer tolerancia a fallos mediante mecanismos de redundancia, donde un servicio TI sea soportado por varios recursos computacionales, y al fallar alguno de estos recursos el servicio pueda continuar en funcionamiento.

Cuadro 5. Tabla de Frecuencias y Porcentajes de las respuestas emitidas por los encuestados. Dimensión: **Ahorro Energético.**

N°	Ítem	TDA		DA		NAND		ED		TDDA	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
3.	Conveniente para reducir costos eléctricos innecesarios en periodos de bajo consumo de recursos computacionales	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0

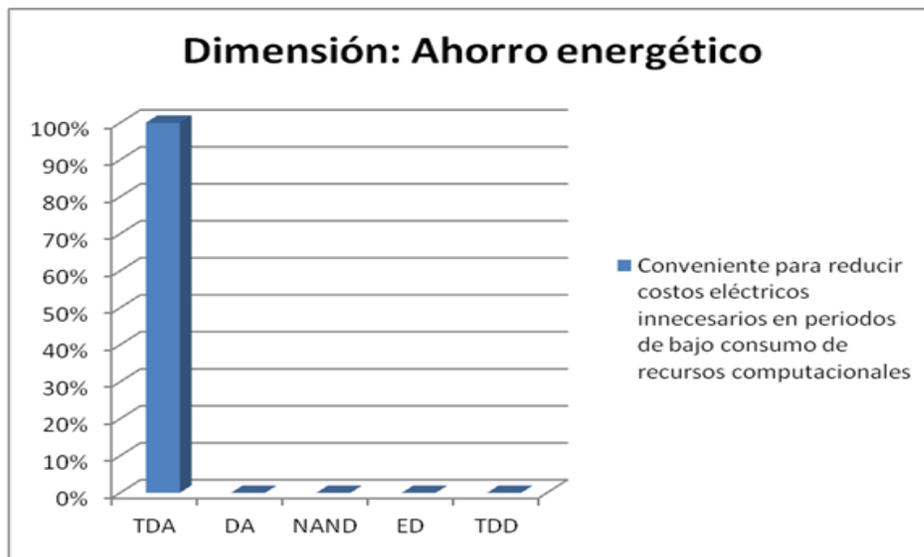


Gráfico 15. Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: **Ahorro Energético.**

Los resultados presentados en el Cuadro y el Gráfico anterior relacionados con la Dimensión: **Ahorro Energético**, con respecto a las respuestas suministradas por los encuestados referidas a la conveniencia de reducir costos de energización durante periodos de bajo consumo de recursos computacionales, como los vacacionales dentro de la universidad, el 100% manifestó estar totalmente de acuerdo. Por lo tanto,

la implementación de un nuevo modelo de computación debe permitir adecuar su funcionamiento mediante la suspensión de recursos computacionales innecesarios en periodos de baja demanda computacional, sin afectar la continuidad de los servicios prestados.

Cuadro 6. Tabla de frecuencias y porcentajes en la Dimensión: **Aprovechamiento de Recursos computacionales de manera óptima.**

N°	Ítem	TDA		DA		NAND		ED		TDD	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
4.	Que facilite el aprovechamiento de la capacidad computacional existente de manera optima	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	Que permita mantener la calidad de servicio sin necesidad de interacción humana	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0
6.	Que permita la reasignación de recursos físicos (CPU, memoria, disco) a un servicio TI crítico para atender mejor su demanda.	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0

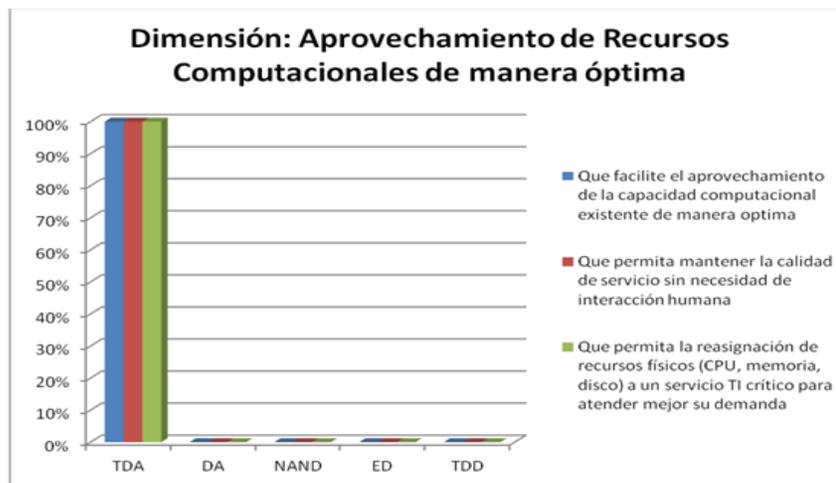


Gráfico 16. Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: **Aprovechamiento de recursos computacionales de manera óptima.**

Según los resultados expuestos en el Cuadro y el Gráfico, relacionados con las respuestas ofrecidas por los encuestados con respecto a la Dimensión: **Aprovechamiento de recursos computacionales de manera óptima**, el 100% manifestó estar totalmente de acuerdo. De allí, el nuevo modelo de computación para dicha plataforma, debe ser capaz de aprovechar toda la infraestructura de hardware existente de forma óptima, además de autoregularse para mantener la calidad de los servicios TI prestados, durante determinados periodos de tiempo donde la demanda en torno a dichos servicios sea alta, reasignando dinámicamente los recursos de hardware que permitan mantener el nivel de funcionamiento requerido.

Cuadro 7. Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: **daptabilidad.**

N°	Ítem	TDA		DA		NAND		ED		TDDA	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
7.	Con posibilidad de aumentar las capacidades de infraestructura computacional para satisfacer requerimientos críticos sobre proyectos tecnológicos	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	Crecimiento o disminución en servicios TI bajo demanda	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0

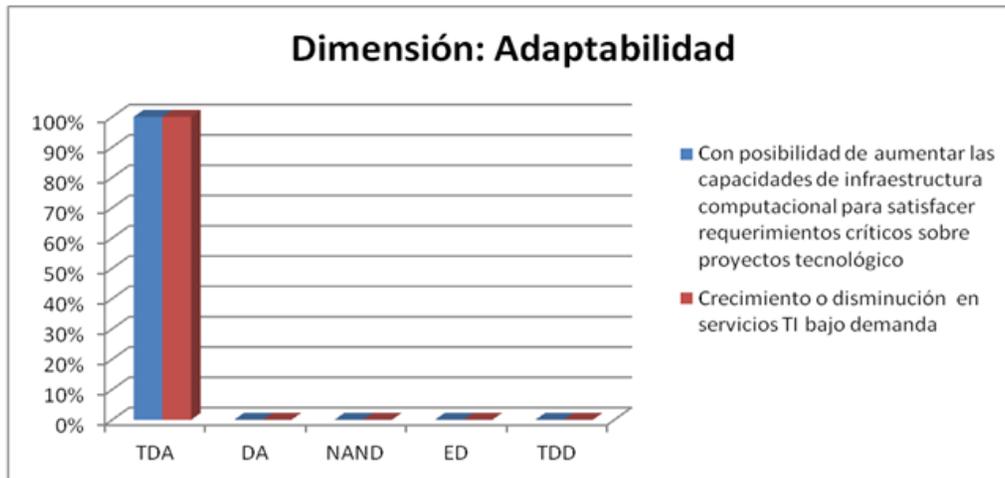


Gráfico 17. Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: **Adaptabilidad**.

De acuerdo con los resultados expuestos en el Cuadro y el Gráfico relacionados con la Dimensión: **Adaptabilidad**, las respuestas dadas por los encuestados referidas a aumentar la capacidad computacional para satisfacer requerimientos críticos sobre proyectos tecnológicos y crecer o disminuir en servicios TI bajo demanda, el 100% manifestó estar totalmente de acuerdo. En este sentido, el nuevo modelo debe tener la capacidad para satisfacer requerimientos específicos de los diversos proyectos TI de SEDUCLA, y crecer o disminuir en su oferta de servicios TI bajo las políticas de administración de servidores de SEDUCLA.

Cuadro 8. Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: **Reducción de Costos**.

N°	Ítem	TDA		DA		NAND		ED		TDDA	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
9.	Uso de software libre probado en ambientes universitarios	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0
10.	Rentable en atención a los costos asociados a la inversión en compra de nuevos equipos	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0

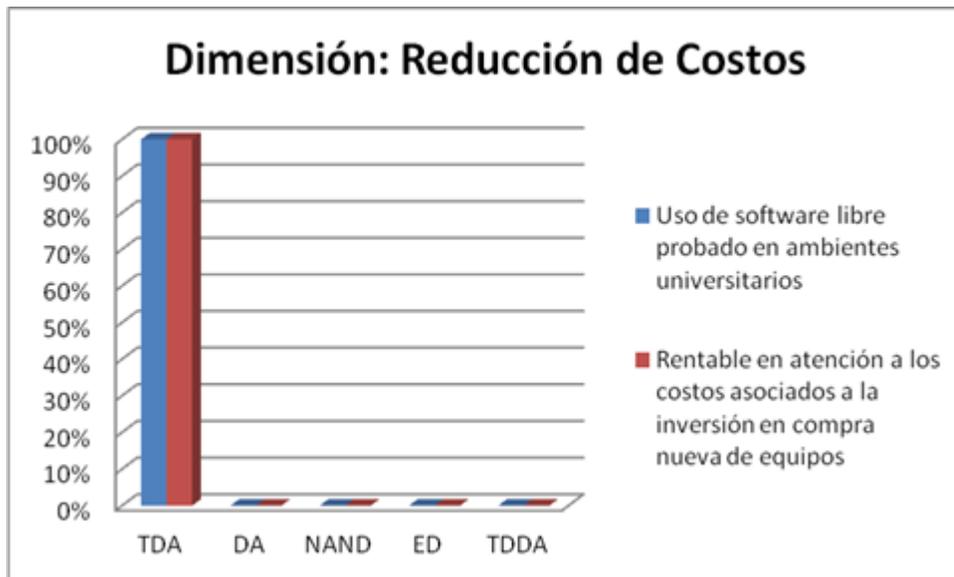


Gráfico 18. Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: **Reducción de costos.**

Tomando en cuenta los resultados en el Cuadro y el Gráfico, relacionados con las respuestas ofrecidas por los encuestados con respecto a la Dimensión: **Reducción de costos**, relacionadas con el uso de software libre probado en entornos universitarios y la rentabilidad en costos asociados a la inversión en compra de nuevos equipos, el 100% manifestó estar totalmente de acuerdo. Esto sugiere que el nuevo modelo de computación para SEDUCLA permita implementarse bajo software libre, aceptado y aprobado en entornos universitarios, evitando la necesidad del pago de licenciamientos. De igual forma, el nuevo modelo debe aprovechar la infraestructura existente ofreciendo una rentabilidad en atención de costos asociados con la adquisición de nuevos equipos.

Cuadro 9. Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: **Rapidez de Instalaciones.**

N°	Ítem	TDA		DA		NAND		ED		TDDA	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
11.	Con en el que pueda abastecerse de un nuevo recurso computacional de forma rápida.	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0

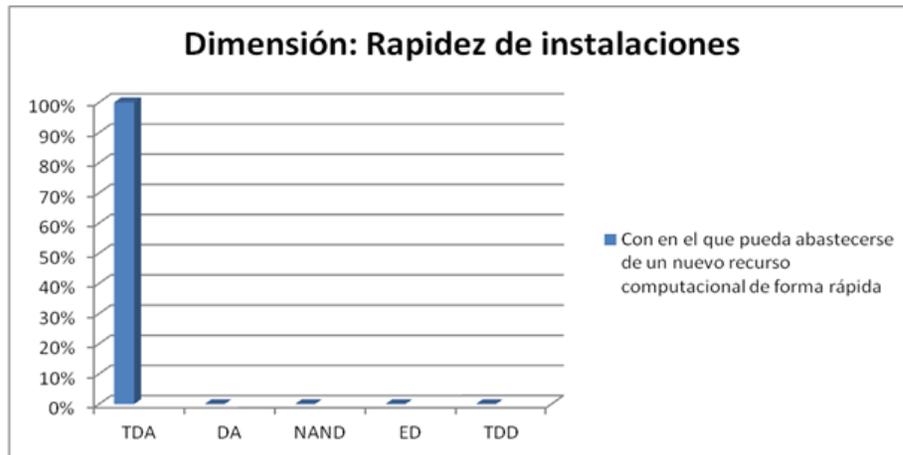


Gráfico 19. Porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: **Rapidez de instalaciones.**

Considerando los resultados en el Cuadro y el Gráfico, relacionados con la Dimensión: **Rapidez de instalaciones**, las respuestas dadas por los encuestados referida a abastecerse de nuevos recursos computacionales de forma rápida, el 100% manifestó estar totalmente de acuerdo. Esto sugiere que el nuevo modelo de computación para SEDUCLA tenga como base el uso de tecnologías que permitan el despliegue de un recurso computación de forma rápida ahorrando tiempos en instalación y configuración del recurso.

Cuadro 10. Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: **Adecuación ecológica.**

N°	Item	TDA		DA		NAND		ED		TDDA	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
12.	Rentable desde el punto de vista ecológico en cuanto al ahorro en espacio físico	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0

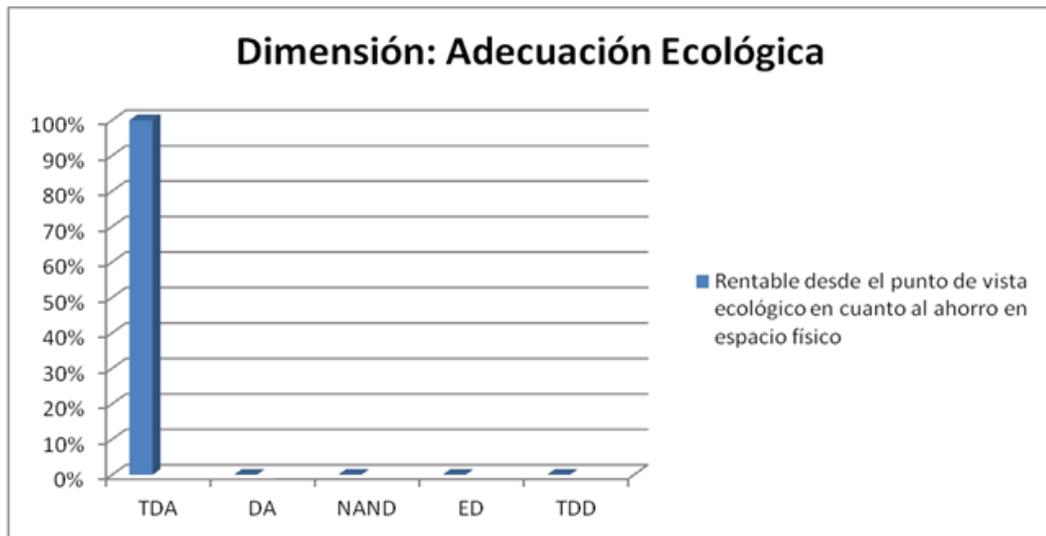


Gráfico 20. Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: **Adecuación Ecológica.**

Dados los resultados expuestos en el Cuadro y el Gráfico, relacionados con las respuestas suministradas por los encuestados con respecto a la Dimensión: **Adecuación Ecológica** en cuanto a la rentabilidad en ahorro de espacio físico, el 100% manifestó estar totalmente de acuerdo. Esto sugiere que el nuevo modelo de computación esta plataforma permita consolidar la infraestructura de servidores sin necesidad de recurrir a la compra de nuevos equipos, que podrían ocupar más espacio en la sala de cómputo donde se ubican.

Cuadro 11. Tabla de frecuencias y porcentajes de respuestas emitidas en la Dimensión: **Medición.**

N°	Item	TDA		DA		NAND		ED		TDDA	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
13.	En el que se registre la trazabilidad de su consumo de recursos computacionales por parte de los usuarios para medir calidad de servicio y establecer políticas	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0

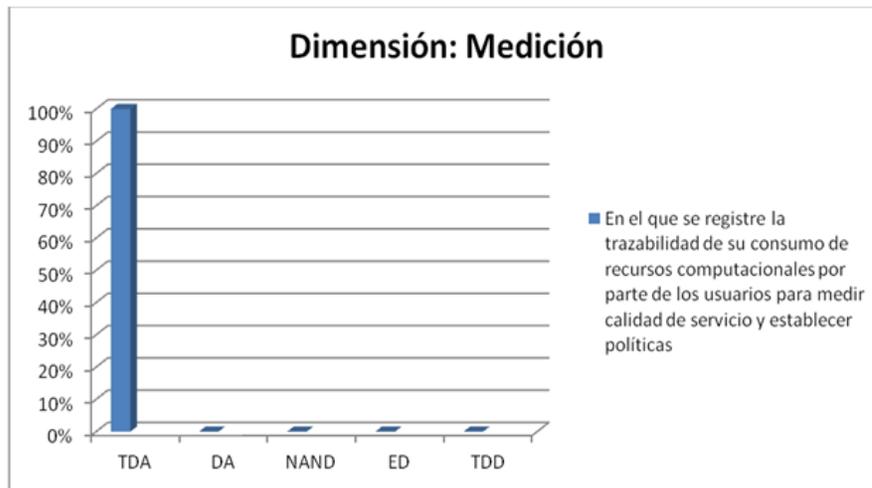


Gráfico 21. Porcentaje de respuestas emitidas en la Dimensión: **Medición.**

Dados los resultados del Cuadro y el Gráfico anterior relacionados con las respuestas suministradas por los encuestados con respecto la Dimensión: **Medición** referida a mantener la trazabilidad del consumo de sus recursos computacionales por parte de los usuarios, midiendo la calidad del servicio y permitiendo establecer políticas, el 100% manifestó estar totalmente de acuerdo. Esto sugiere que el nuevo modelo de computación para SEDUCLA debería mantener la trazabilidad del consumo de sus recursos computacionales por parte de sus usuarios mediante el

monitoreo en tiempo real, ofreciendo métricas para evaluar la calidad del servicio y establecer políticas sobre ello.

Según los resultados obtenidos a través de la aplicación del cuestionario se puede concluir que el 100% de los encuestados está totalmente de acuerdo con el planteamiento de un nuevo modelo de computación para la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA que reúna todas las características mencionadas en el instrumento, resumidas de la siguiente manera:

El nuevo modelo de computación para dicha plataforma, debe:

- a) Garantizar la operatividad de sus servicios aún en periodos de mantenimientos.
- b) Ofrecer tolerancia a fallos mediante mecanismos de redundancia, donde un servicio TI sea soportado por varios recursos computacionales, y al fallar alguno de estos, el servicio pueda continuar en funcionamiento.
- c) Adecuar su funcionamiento mediante la suspensión de recursos computacionales innecesarios en periodos de baja demanda computacional, y sin afectar la continuidad de los servicios prestados.
- d) Aprovechar toda la infraestructura de hardware existente de forma óptima, además de autoregularse para mantener la calidad de los servicios TI prestados, durante determinados periodos de tiempo donde la demanda en torno a dichos servicios sea alta, reasignando dinámicamente los recursos de hardware que permitan mantener el nivel de funcionamiento requerido.
- e) Tener capacidad para satisfacer requerimientos específicos de los diversos proyectos TI de SEDUCLA, y crecer o disminuir en su oferta de servicios TI bajo las políticas de administración de servidores de la coordinación de apoyo tecnológico.

- f) Permitir implementarse bajo software libre, aceptado y aprobado en entornos universitarios, evitando la necesidad del pago de licenciamientos. De igual forma, debe aprovechar la infraestructura existente ofreciendo una rentabilidad en atención de costos asociados con la adquisición de nuevos equipos.
- g) Tener como base, el uso de tecnologías que permitan el despliegue de un recurso computación de forma rápida ahorrando tiempos en instalación y configuración del recurso.
- h) Consolidar la infraestructura de servidores sin necesidad de recurrir a la compra de nuevos equipos, que podrían ocupar más espacio en la sala de computo donde se ubican.
- i) Mantener la trazabilidad del consumo de sus recursos computacionales por parte de sus usuarios mediante el monitoreo en tiempo real, ofreciendo métricas para evaluar la calidad del servicio y establecer políticas sobre ello.

Resultados de Observación Directa.

A partir de la aplicación de la observación directa, se pudo revisar el esquema actual de funcionamiento de la plataforma tecnológica de SEDUCLA en relación con la administración de sus servidores, la cual se presenta en el siguiente gráfico:

Esquema de Funcionamiento de la Plataforma de Servidores de SEDUCLA

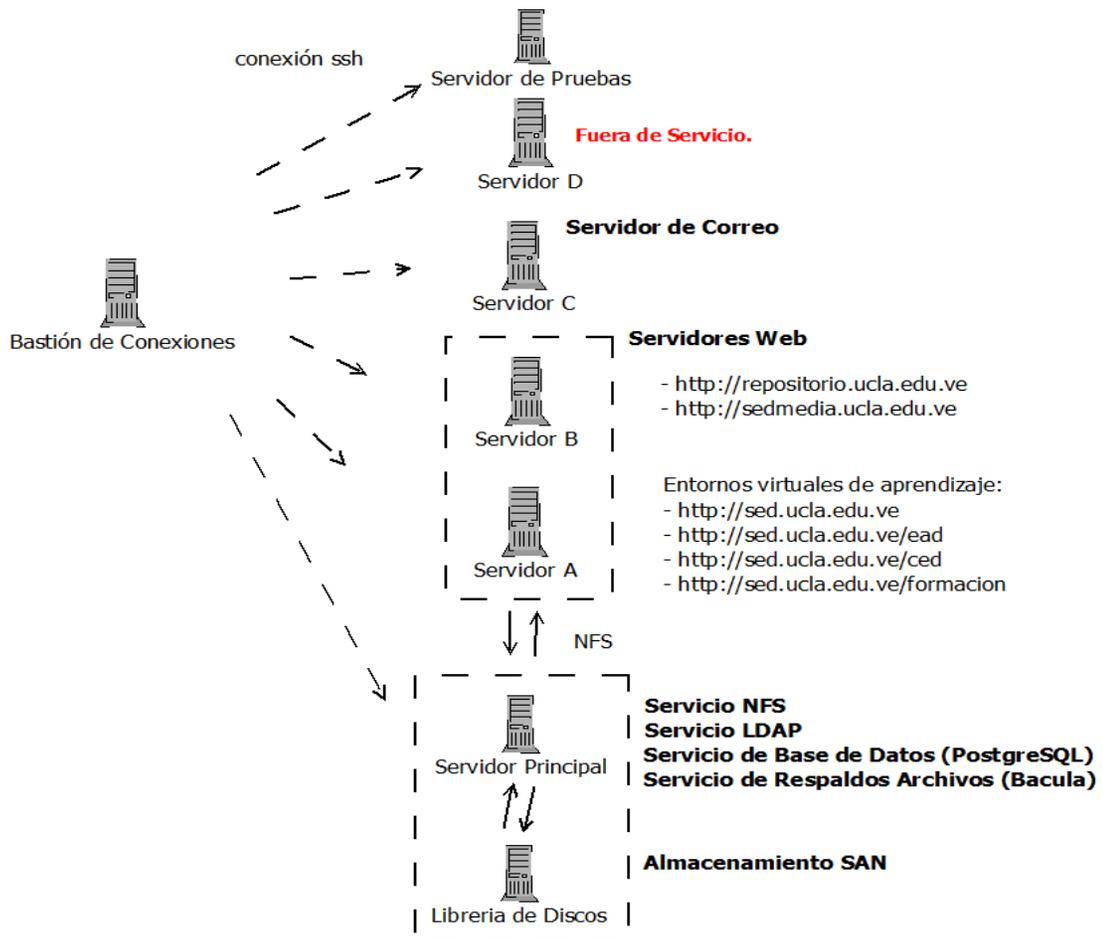


Gráfico 22. Esquema de funcionamiento de la plataforma de servidores de SEDUCLA. Fuente: Autor (2011).

En el gráfico anterior se aprecia, la presencia de siete (7) equipos de computación y una librería de discos para almacenamiento SAN¹. Sus características de hardware y software instalado se resumen en el siguiente cuadro:

¹ SAN: siglas en inglés correspondientes a *Storage Area Network*

Cuadro12. Características de hardware y software de los servidores de SEDUCLA.

Servidor	Modelo	Procesador	Memoria	Software
A	IBM x3650	1 Quadcore Intel	48 GB	<ul style="list-style-type: none"> • Linux CentOS5.6 • Servidor Web Apache con soporte PHP • Entornos Virtuales de Aprendizaje
B	IBM x3650	1 Quadcore Intel	48 GB	<ul style="list-style-type: none"> • Linux CentOS 5.6 • Servidor Web Apache con soporte PHP • Repositorio
C	IBM x3650	1 Quadcore Intel	12 GB	<ul style="list-style-type: none"> • Linux CentOS 5.6 • Servidor de correo Postfix
D	IBM x3650	1 Quadcore Intel	12 GB	<ul style="list-style-type: none"> • Linux CentOS 5.5 (Fuera de Servicio)
Principal	IBM x3950M2	4 x Quadcore Intel	72 GB	<ul style="list-style-type: none"> • Linux CentOS 5.6 • NFS Server • PostgreSQL • Bacula
Pruebas	IBM x3950M3	1 Quadcore Intel	8 GB	<ul style="list-style-type: none"> • Linux CentOS 6 • Servidor Web Apache con soporte PHP • PostgreSQL • MySQL
Bastión de Conexiones	Lenovo	1 Intel CoreDuo	2 GB	<ul style="list-style-type: none"> • Linux CentOS 5.6

				<ul style="list-style-type: none"> • OpenSSH server
Librería de Discos (Almacenamiento SAN)	Storage IBM DS3400	No Aplica	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> • Arreglo Lógico de 1.8 TB (Datos de EVAs, Respaldos)

Fuente: Autor (2011)

El bastión de conexiones es el servidor designado para ofrecer conexión SSH² hacia los demás equipos, con el fin de permitir acceso remoto para el control y administración de los mismos. Los servidores detrás de este equipo, deniegan cualquier petición de conexión SSH que provenga de un computador distinto por medidas de seguridad.

El servidor de pruebas, es el equipo destinado para el desarrollo y evaluación de nuevas aplicaciones que complementen los Entornos Virtuales de Aprendizajes (EVA), permitiendo además, evaluarlas nuevas versiones de los sistemas instalados en la plataforma tecnológica que requieren actualizaciones periódicas.

Por otra parte, en el servidor web “A”, están configurados los EVA (sed.ucla.edu.ve) que ponen a disposición de la comunidad universitaria, los ambientes académicos en línea en los que se soporta la educación a distancia de la UCLA. En el servidor web “B” se encuentra el repositorio de producción intelectual de la UCLA (repositorio.ucla.edu.ve), servicio mediante el cual estudiantes, profesores y público en general puede consultar tesis, trabajos de ascenso y material audiovisual (sedmedia.ucla.edu.ve), mediante la indexación del contenido digital presente en la red de bibliotecas que posee la Universidad. Los servidores web tienen comunicación con el servidor principal a través de NFS³ para el acceso a la librería de discos que facilita el almacenamiento SAN, que se encuentra conectada a dicho equipo. En esta librería es donde se almacena la data perteneciente a las aulas virtuales de los EVAs, además de respaldos de información de los servidores web. Adicionalmente, el servidor principal funciona como servidor de base de datos

² SSH: siglas en ingles correspondiente a *Secure Shell*

³ NFS: siglas en ingles correspondiente a *Network File System*

PostgreSQL, donde se encuentran las bases de datos que soportan a los EVAs, repositorios y demás aplicaciones en operación continua. También posee una configuración como servidor de respaldos, gracias a la instalación del software Bacula, encargada de implementar las políticas de resguardo de toda la data manejada en la plataforma. Otro servicio instalado en este servidor es el relacionado a la autenticación de usuarios, mediante protocolo LDAP, para validar el ingreso a los EVA gracias a la instalación del software OpenLDAP que reside en este equipo. Se hace evidente, que el servidor principal se convierte en un punto único de falla (SPOF⁴), en donde las consecuencias de un fallo en el mencionado equipo, comprometería la continuidad de las operaciones de todos los servicios críticos que dependen de él (Almacenamiento SAN vía NFS, Base de Datos, Autenticación LDAP, Respalos).

La librería de discos, posee un arreglo lógico activo de 1.8 TB y con una configuración de RAID de nivel 5 ofreciendo tolerancia a fallos en disco para la data almacenada. Existen 2.5 TB de espacio disponible para ir atendiendo el volumen creciente de datos originados, producto de la actividad, día a día, de estudiantes y profesores en el uso de los EVA. En este equipo, además se almacenan los respaldos de todos los servidores que componen la plataforma.

El servidor “C”, actualmente funciona como servidor de correo saliente, gracias a la instalación y configuración del software Postfix. De esta manera, dicho servidor envía los mensajes originados dentro los EVA y demás aplicaciones de la plataforma, hacia las cuentas de correo de administradores y usuarios de los sistemas.

Finalmente, el servidor “D”, actualmente se encuentra apagado, debido a insuficiencias eléctricas que posee la sala de servidores donde ubican dichos equipos.

En conclusión, se hace notorio que el esquema actual de funcionamiento de la plataforma estudiada presenta puntos únicos de falla, debido a la inexistencia de servicios redundantes. La distribución estática de servicios por servidor no ofrece flexibilidad alguna que contribuya con la tolerancia a fallos en hardware. Tomando como ejemplo, el fallo en algún disco duro de un equipo, esto representaría para las

⁴SPOF: siglas en ingles correspondiente a Single Point Of Failure

tareas de gestión de servidores, la reinstalación del servicio afectado en otro servidor disponible, alargando los tiempos de recuperación ante tales fallas.

Por otra parte existe una capacidad de hardware subutilizada en algunos equipos, en consideración a los servicios instalados y las características de hardware presentes, como es el caso del servidor “C” cuyo servicio no representa una carga de alto procesamiento para las características técnicas de dicho equipo.

En base a lo anteriormente expuesto, se hace evidente la necesidad de abordar el análisis de paradigmas de computación distribuida aplicables a un escenario universitario como el planteado en la presente investigación, el cual será abordado en las siguientes secciones.

Análisis de los paradigmas de computación distribuida en entornos universitarios.

De acuerdo a la revisión realizada mediante consultas en línea sobre las tendencias en aplicación de paradigmas de computación distribuida en entornos universitarios mostrados en el marco teórico del presente estudio, se vislumbran dos modelos computacionales emergentes aplicables para cumplir con los requerimientos que demanda la plataforma tecnológica de SEDUCLA, los cuales son: Computación en Grid y Computación de Nube. Ambos modelos son analizados en el siguiente punto de este estudio.

Identificación del paradigma aplicable.

Para la identificación del paradigma de computación aplicable a la infraestructura tecnológica de SEDUCLA, se tomó en consideración, la comparación, realizada por Rodríguez (2009), en torno a las principales características de ambos modelos computacionales (grid y de nube), resumidas en el siguiente cuadro:

Cuadro 13. Comparación entre Computación en Grid y de Nube.

Característica	Grid	Nube
Compartición de Recursos	Colaboración	Los recursos asignados no son compartidos.
Heterogeneidad de Recursos	Agregación de recursos heterogéneos	Agregación de recursos heterogéneos
Virtualización	Virtualización de datos y de recursos de computación	Virtualización de plataformas de hardware y software
Escalabilidad	Nodos escalables	Nodos y hardware escalables
Conciencia de plataforma	El software debe estar preparado para su ejecución dentro de un Grid	El software trabaja sobre un entorno personalizado
Capacidad	Varia, pero suele ser alta	Bajo demanda
Flujo de trabajo del software	Las aplicaciones requieren un flujo de trabajo predefinido	Un flujo de trabajo no es esencial para la mayoría de las aplicaciones
Centralización	Control descentralizado	Control centralizado
Gestión de fallos	Limitada (a veces las tareas son reiniciadas)	Gran soporte para recuperación de fallos y replicación de contenidos. Las máquinas virtuales pueden ser migradas fácilmente entre nodos.
Autogestión	Reconfigurable	Reconfigurable
Facilidad de Uso	Difícil de gestionar	Cercana al Usuario

Fuente: Rodríguez (2009)

Finalmente como conclusión, la computación de grid ofrece capacidades de computación para aplicaciones específicas que requieran alto nivel de procesamiento y cálculo, mediante la orquestación de recursos computacionales ubicados en centros de datos dispersos geográficamente e interconectados por redes privadas o internet, mientras que un modelo de nube ofrece un entorno configurable para una gran variedad de aplicaciones y servicios fácilmente controlados por el usuario, a través de la gestión centralizada de un conjunto de recursos de computación ubicados dentro de un centro de datos o en varios centros formando una nube computacional.

En la contrastación de las características planteadas en ambos paradigmas de computación, y tomando como base los resultados obtenidos del cuestionario aplicado para la recolección de datos, a partir de los cuales se determina que un nuevo modelo de computación para la plataforma tecnológica de SEDUCLA debe reunir una serie de atributos (tales como: alta disponibilidad, tolerancia a fallos, capacidad de ahorro energético, el aprovechamiento de recursos computacionales de manera óptima, su adaptabilidad, la reducción de costos, rapidez de instalaciones de servicios TI, adecuación ecológica y capacidad de medición), los cuales en su mayoría apoyan una gestión eficiente de los recursos computacionales ubicados dentro de un centro de datos, se concluye que el paradigma de computación de nube representa la opción seleccionada para diseñar la propuesta del nuevo modelo para la administración de la infraestructura tecnológica de SEDUCLA.

Resultados del diagnóstico

Dados los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario puede concluirse que existe total acuerdo en cuanto al diseño de un modelo de computación para la administración de la plataforma tecnológica en SEDUCLA, el cual deberá reunir ciertas características tales como: alta disponibilidad, tolerancia a fallos, ahorro energético, aprovechamiento de recursos computacionales de manera óptima, adaptabilidad, reducción de costos, rapidez de instalaciones de servicios TI, adecuación ecológica y medición.

Por otra parte, mediante la observación directa se identificó las características en hardware y software que la plataforma de servidores de SEDUCLA así como su esquema actual de funcionamiento. Asimismo, se determinó la existencia de un punto único de falla y una subutilización de las capacidades de procesamiento debido a la distribución presente de los servicios instalados en cada servidor. Paralelamente, gracias al proceso de revisión de fuentes documentales a través de consultas en línea, el análisis de los paradigmas de computación distribuida aplicados en entornos universitarios, se evidenció que existe una tendencia en la utilización de computación

en grid y de nube para contribuir con la ciencia y la enseñanza. En el contraste de las características de ambos paradigmas, se evidenció que el más adecuado lo representa el de computación de nube para el diseño del nuevo modelo que apoye la administración de servidores de la plataforma estudiada en la presente investigación.

Fase II. Estudio de Factibilidad.

Senn, J. (1987) afirma que: “la factibilidad es la posibilidad de que el sistema sea beneficioso para la organización”. En consecuencia, se hace necesario determinar la factibilidad operativa, técnica y económica para proponer un modelo de computación de nube que permita mejorar la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA

Factibilidad Operativa

Este tipo de factibilidad determina si se cuenta con el recurso humano para operar el modelo propuesto y si será una herramienta utilizada para el apoyo de las labores de los administradores de sistemas de SEDUCLA, una vez se encuentre implementada.

El modelo de computación de nube planteado en el presente estudio, se ofrece una alternativa para optimizar la gestión de la infraestructura de servidores y servicios TI de la plataforma tecnológica de SEDUCLA, reportando los beneficios descritos en el basamento teórico y solventando las debilidades detectadas en el diagnóstico.

Los cambios que implica la implantación de este modelo, pueden ser llevados a su ejecución ya que la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” cuenta con el personal calificado, que posee los conocimientos acerca de las tecnologías existentes para conducir dicho proceso.

Factibilidad Técnica

En cuanto a los requerimientos técnicos para un modelo de computación de nube, Menken (2008) sostiene que se debe contar con servidores con gran capacidad de almacenamiento y capaces de correr un software de virtualización, que es la clave para la optimización de los recursos computacionales de la infraestructura. La Coordinación de Apoyo Tecnológico de SEDUCLA cuenta con los recursos para cumplir dichos requerimientos:

En cuanto al hardware, se presenta a continuación un cuadro donde se presenta el recurso apto para permitir la implementación de un modelo de computación de nube según lo afirmado por Menken (2008):

Cuadro 14. Hardware de la infraestructura de SEDUCLA.

Cantidad	Modelo	Procesador	Memoria	Discos
2	Servidor IBM x3650	1 Quadcore Intel	12 GB	2x146GB
2	Servidor IBM x3650	1 Quadcore Intel	48 GB	2x146GB
1	Servidor IBM x3650M3	1 Quadcore Intel	8 GB	2x300GB
1	Servidor IBM x3950M2	4 x Quadcore Intel	72 GB	4x300GB
1	Storage IBM DS3400 (Almacenamiento SAN)	No Aplica	No aplica	19 x 300GB

Fuente: Autor (2011)

En relación al software:

Existen herramientas de software libre, que gozan de gran aceptación, siendo probadas en entornos universitarios y empresariales, que permiten la implementación

de un modelo de computación de nube. Según la comparativa de las principales herramientas de gestión de nubes, basadas en software de código abierto realizada por Pagés (2009), destacan dos gestores: OpenNebula y Eucalyptus. Para el presente estudio se tomó en consideración, la herramienta OpenNebula (2011), la cual ha sido desarrollada por el Grupo de Investigación en Arquitectura de Sistemas Distribuidos de la Universidad Complutense de Madrid (DSA-Research, 2011), bajo los más estrictos rigores de la investigación académica, y que está siendo adoptada por diversas empresas tales como Telefonica I+D, IBM Global Services, y universidades como Universidad Federal de Ceará (Brasil) y la Universidad de Harvard (Estados Unidos). (OpenNebula, 2011).

Como software de virtualización, se recomienda el hipervisor XEN (2011), el cual se perfila como un estándar para la virtualización de centros de datos en distintas organizaciones a nivel mundial, tales son los casos de Google y Amazon Web Services, (XEN, 2011). El sistema operativo base recomendado para todos los equipos de la plataforma es CentOS en su versión 5.7, por ser una distribución Linux de gran estabilidad y adoptada por el Dpto. de Redes de Datos de la UCLA, para el soporte de sus servicios críticos.

Factibilidad Económica

Este estudio de factibilidad se relaciona con la disponibilidad de recursos humanos, materiales y financieros. Aunque la propuesta llegó hasta el diseño del modelo de computación de nube para la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA y que una implantación puede realizarse con herramientas de software gratuito de libre acceso, se consideraron los elementos económicos que pudieran afectar el diseño de la propuesta. Sin embargo, la mayoría de las instituciones de educación superior como la UCLA disponen de recursos propios para llevar a cabo la implementación del modelo propuesto.

Luego de estudiar las fases de factibilidad operativa, técnica y económica se pudo comprobar que la propuesta de un Modelo de Computación de Nube para la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA es completamente viable, dado que se cuenta con la infraestructura en hardware, la disponibilidad del software y el talento humano para operacionalizar dicha propuesta.

Como se indicó al inicio de este capítulo se mostraron los resultados de la fase diagnóstica y la de factibilidad. En la fase diagnóstica con la aplicación de los instrumentos señalados se determinó la necesidad de un nuevo modelo computacional el cual es totalmente factible desarrollarlo como lo demostró el estudio de factibilidad respectiva. En el próximo capítulo se abordó la propuesta del modelo como última fase de esta investigación.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DEL MODELO

Como último objetivo de esta investigación se planteó la propuesta de un modelo computacional para la administración de la infraestructura tecnológica de SEDUCLA. El análisis de los resultados obtenidos, en las anteriores fases de la investigación permitió esclarecer el conjunto de factores que condicionan el diseño de un modelo de computación de nube para la administración de servidores de dicha infraestructura. La propuesta viene determinada, en primera instancia, por el establecimiento del nivel de servicio para el modelo, y el tipo de nube computacional. Posteriormente se presenta su arquitectura de capas y finalmente el diseño con una descripción funcional del mismo.

Nivel de Servicio y Tipo de Modelo.

Tomando como base las investigaciones realizadas en el ámbito de la computación de nube, presentadas en los antecedentes de esta investigación, se decidió por establecer, los siguientes elementos claves que determinan el diseño del modelo de computación de nube a proponer para la plataforma en estudio:

- a) El Tipo de Nube.
- b) El Nivel de Servicio.

Tipo de Nube.

Según NIST (2011) existen cuatro variantes de tipos de nube; privada, pública, comunitaria, e híbrida. Se consideró que el modelo de computación de nube propuesto, debe ser *privado*, ya que será concebido para su funcionamiento único y exclusivamente dentro de la plataforma tecnológica de SEDUCLA, en donde su administración quedará a cargo de la Coordinación de Apoyo Tecnológico. De esta manera se busca evitar los riesgos potenciales de ceder el control a externos tanto de la infraestructura como de los datos almacenados en la misma, hecho que puede presentarse en los demás enfoques.

Nivel de Servicio.

De acuerdo con los niveles de servicio que puede desplegar un modelo de computación de nube estudiados en el marco teórico de la presente investigación, y las conclusiones de la fase diagnóstica, el nivel de servicio que se propone para el diseño del nuevo modelo, es el de *Infraestructura como Servicio (IaaS)*, debido a que el propósito del estudio es apoyar la administración de servidores de la plataforma de SEDUCLA, de manera que permita presentar un nuevo esquema de funcionamiento que supere las debilidades del existente en dicha plataforma, y que reúna todas las características esperadas para el nuevo modelo. Dicho nivel ofrecerá recursos de hardware (CPU, Memoria, Almacenamiento, Red) como un servicio que permitirá a los administradores de sistemas, aprovisionarse de máquinas virtuales para instalar y configurar los servicios TI en función de satisfacer los requerimientos de los proyectos tecnológicos. En consecuencia, este nivel de servicio debe apoyarse en la virtualización para unificar las capacidades de hardware de la infraestructura en estudio y permitir el despliegue de instancias virtuales sobre ella. De igual forma, se ofrece un escalado dinámico e inmediato de capacidades computacionales según las necesidades y aplicaciones requieran de ello. Por otra parte, el nivel IaaS permite implementar mecanismos que apoyen la redundancia de servicios, mediante el

clonado de máquinas virtuales, evitando los puntos únicos de falla, y elevando los grados de alta disponibilidad y tolerancia a fallos.

En resumen, un modelo de computación de nube *privado* ofreciendo *Infraestructura como Servicio*, según Buyya y otros (2011), se caracteriza por; a) Permitir la provisión de capacidades computacionales a los usuarios de una organización bajo autoservicio, b) Automatizar y proveer de entornos virtualizados, fácilmente administrables, c) optimiza recursos computacionales y el uso de servidores, d) soportar cargas específicas de trabajo. Por consiguiente, las características enunciadas anteriormente son las buscadas en la propuesta del modelo de computación de nube para SEDUCLA, cuya arquitectura en capas será estudiada en el siguiente punto.

Arquitectura de capas del modelo.

Identificados el nivel de servicio y el tipo de nube, tomando además como referencia los estudios realizados en torno al ámbito del nivel IaaS establecido, el modelo a proponer debe contemplar las siguientes capas:



Gráfico 23. Capas del Modelo de Computación de Nube para SEDUCLA.

Fuente: Autor (2011).

A continuación se describe la composición de cada capa, en relación a los elementos necesarios para el diseño e implementación del modelo de computación de nube para la plataforma tecnológica de SEDUCLA:

1.- Capa de *HARDWARE*.

Se constituye por los equipos de computación que posee la infraestructura tecnológica de SEDUCLA, que cumplen con los requerimientos técnicos para la construcción del modelo de computación de nube, de acuerdo al estudio de la factibilidad técnica realizada, en el capítulo anterior. Las características en hardware de dichos equipos, son resumidas en el siguiente cuadro, ya mostrado en el capítulo anterior:

Cuadro 15. Hardware de servidores en SEDUCLA.

Cantidad	Modelo	Procesador	Memoria	Discos
2	Servidor IBM x3650	1 Quadcore Intel	12 GB	2x146GB
2	Servidor IBM x3650	1 Quadcore Intel	48 GB	2x146GB
1	Servidor IBM x3650M3	1 Quadcore Intel	8 GB	2x300GB
1	Servidor IBM x3950M2	4 x Quadcore Intel	72 GB	4x300GB
1	Storage IBM DS3400 (Almacenamiento SAN)	No Aplica	No aplica	19 x 300GB

Fuente: Autor (2011)

2.- Capa de *VIRTUALIZACION*.

Es la que permite que crear y ejecutar distintas máquinas virtuales sobre un solo servidor físico. Esta capa está constituida por un hipervisor que ofrece el hardware (CPU, Memoria, Disco, Red) de dicho equipo a las máquinas virtuales para su funcionamiento. Para la implementación de esta capa, se recomienda el software libre

XEN (2011), el cuales un hipervisor que según García Abades (2009) presenta el siguiente esquema de funcionamiento:

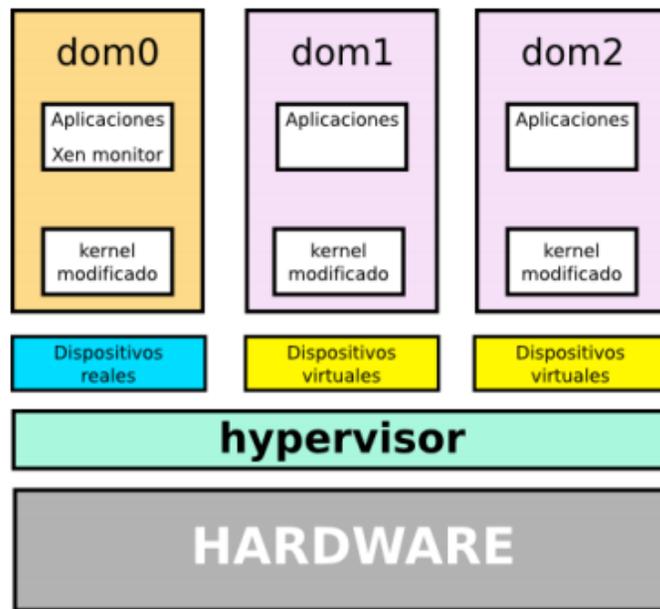


Gráfico 24. Esquema de funcionamiento de Xen. Fuente: García Abades (2009).

Para el hipervisor Xen las máquinas virtuales son denominadas dominios y pueden ser de dos tipos: a) dominio 0: es la primera máquina que se ejecuta y tiene funciones administrativas (crear, activar, eliminar) sobre los demás dominios, por lo que funciona con privilegios. Tiene acceso directo al hardware del equipo donde corre, y proporciona los dispositivos genéricos para los demás dominios; b) dominio U (dom 1, dom 2...N): corresponde a las demás máquinas virtuales sin privilegio, que corren con los recursos asignados en relación a los dispositivos genéricos proporcionados por el dom0, y sus sistemas operativos corren sobre ese hardware genérico. Xen permite el migrado de máquinas virtuales sin detener su ejecución (migración en caliente) de un equipo a otro, ofrece además protección de memoria entre máquinas virtuales, lo que ofrece un aislamiento de sus entornos de ejecución evitando solapamientos y conflictos entre el uso de los recursos virtualizados de hardware.

3.- Capa de INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO.

Es el corazón del modelo computacional. Encargada de gestionar la plataforma virtualizada por la capa anterior, para ofrecerla como un servicio, a los administradores de sistemas. Se constituye por un gestor de infraestructura virtual o de nube, que controla el ciclo de vida de las máquinas virtuales (creación, encendido, apagado, suspendido, destrucción y migración) de forma dinámica. Administra conjuntos de equipos virtualizados agrupados en clúster. Ofrece además los servicios de planificación, coordinación y balanceo de carga de recursos virtuales. En la implementación de dicho gestor se sugiere la utilización del software libre OpenNebula (2011) el cual se integra con el hipervisor Xen, como se muestra en el siguiente gráfico:

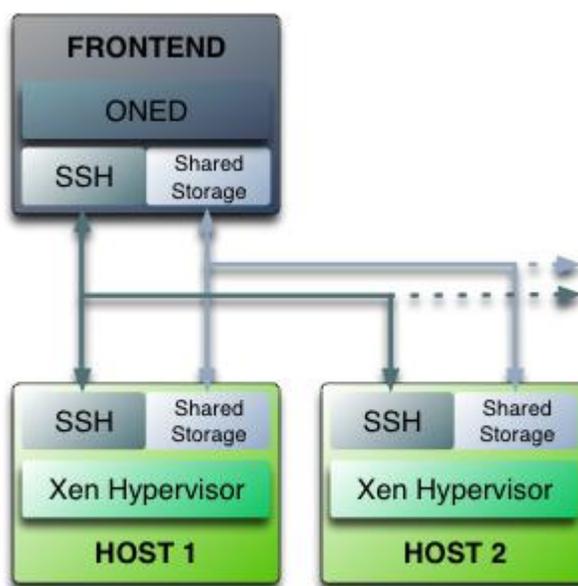


Gráfico 25. Integración entre OpenNebula y Xen. Fuente: OpenNebula (2011).

En el gráfico anterior, se muestra el equipo frontend donde se encuentra la instalación de OpenNebula, este a su vez se comunica por protocolo SSH con los hipervisores Xen instalados en los equipos 1, y 2 para gestionar el ciclo de vida de las

máquinas virtuales, enviando las instrucciones respectivas a dichos hipervisores. De esta manera el gestor OpenNebula aprovecha todas las funcionalidades que proveen los hipervisores para llevar a cabo la administración de los clúster virtualizados por estos. Por otra parte, permite administrar un almacenamiento compartido vía NFS para el establecimiento de un repositorio centralizado de imágenes correspondientes a las máquinas virtuales desplegadas en la plataforma virtualizada. Esto facilita además la migración de instancias virtuales de un nodo a otro, en tiempos de ejecución.

4.- Capa de ADMINISTRACIÓN WEB.

Esta capa es la que provee la interacción entre el administrador y la nube. Compuesta por una interfaz web que ofrece acceso a los servicios proporcionados por el gestor de infraestructura virtual. Presenta el conjunto de parámetros que permiten al administrador, configurar la creación de las máquinas virtuales que desea desplegar sobre la plataforma virtualizada, además de un reporte del estado, ubicación, tiempo de funcionamiento de dichas máquinas. En el caso del gestor de IaaS, OpenNebula, este ofrece una consola web llamada Sunstone que se muestra en el siguiente gráfico:

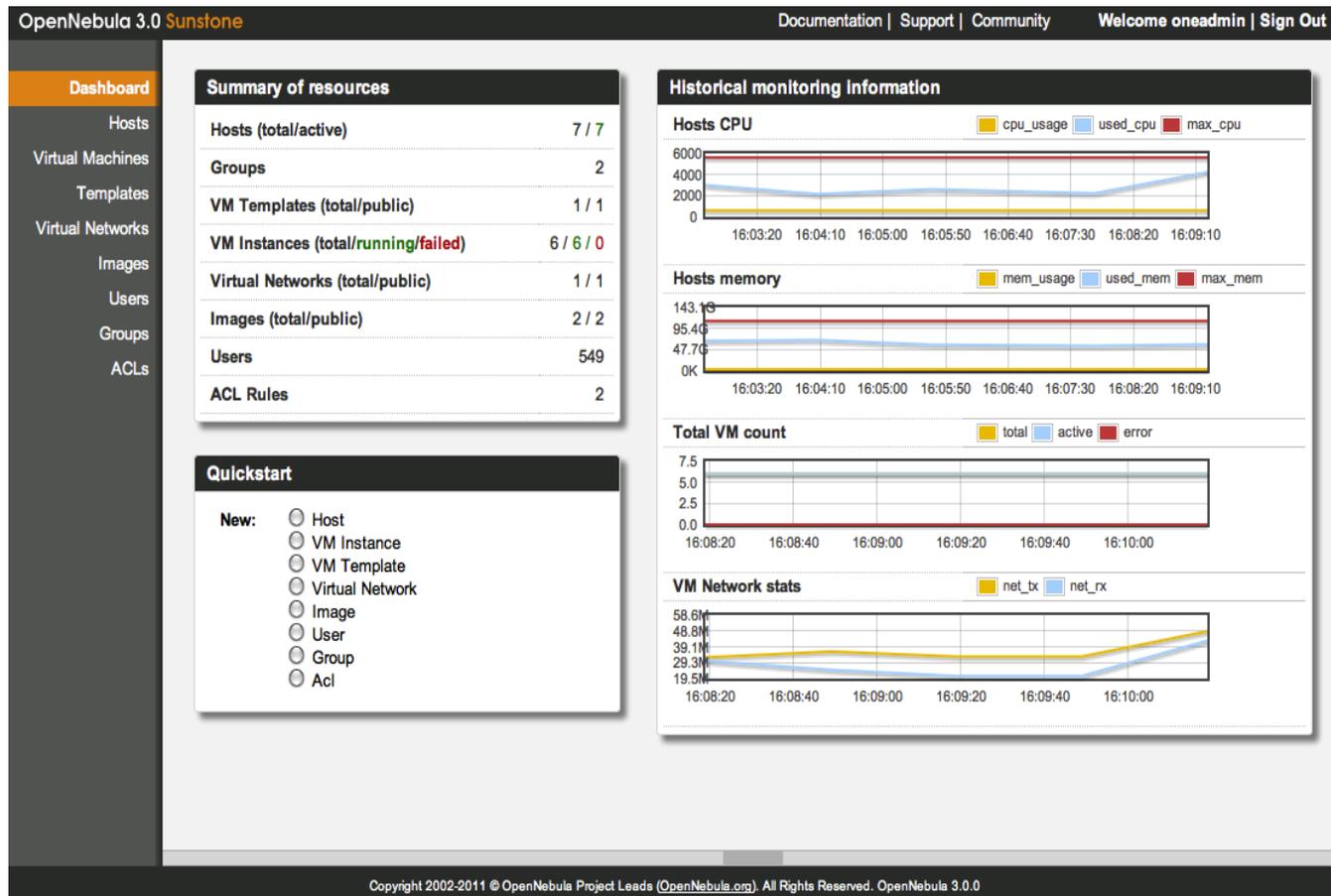


Gráfico 26. Consola web ofrecida por el gestor de nube OpenNebula. Fuente: OpenNebula (2011).

Detallados los componentes de cada capa, se presenta a continuación la vista general de la arquitectura por capas que constituye la base para el diseño de un modelo de computación de nube para la plataforma de servidores de SEDUCLA:

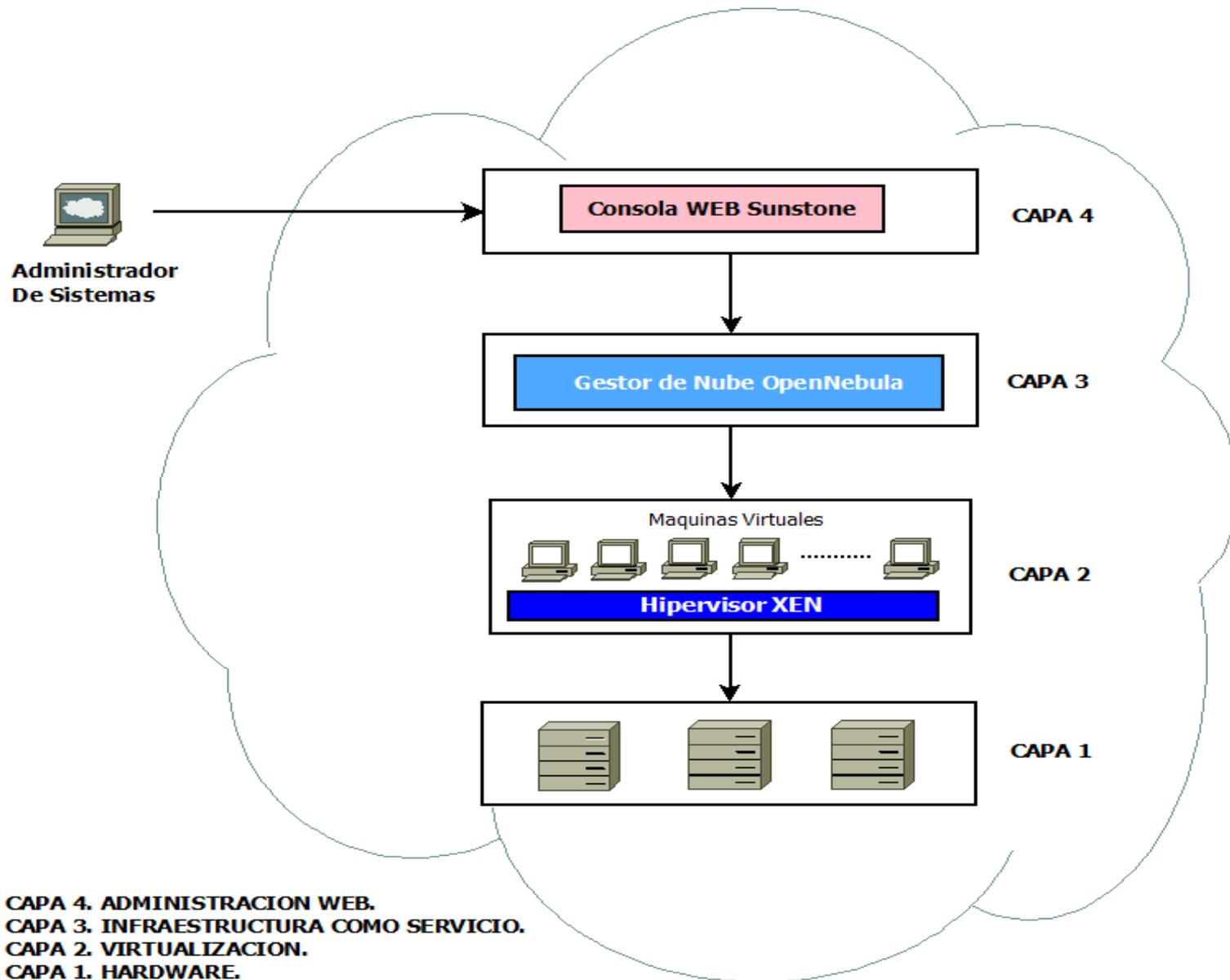


Gráfico 27. Vista general de la arquitectura por capas del modelo. Fuente: Autor (2011).

Diseño del Modelo.

En consideración a la infraestructura de hardware existente, y la arquitectura de capas que debe contener el modelo, se tomaron las características de funcionamiento de los elementos estudiados en dichas capas, y en función de estas se determinó su configuración para el diseño del nuevo esquema de la siguiente manera:

- a) Los cuatro (4) servidores IBM x3650 formarán un clúster virtualizado debido a la instalación del hipervisor XEN en cada uno de ellos.
- b) En el servidor IBM x3950M2 será el equipo frontend de la nube, correspondiente a la instalación del software de gestión de nube OpenNebula.
- c) El almacenamiento centralizado estará a cargo del equipo IBM DS3400 (almacenamiento SAN) para ser el repositorio de imágenes y data común de las máquinas virtuales que administrará el gestor OpenNebula instalado en el equipo IBM x3950M2. Cabe destacar que este servidor actualmente posee instaladas las interfaces de conexión por fibra con la librería de discos IBM DS3400.
- d) El servidor IBM x3650M3 será un equipo auxiliar, teniendo una segunda instalación del gestor OpenNebula, que actuará en caso de fallas del servidor IBM x3950M2.

De acuerdo a la configuración expuesta anteriormente, se presenta en el gráfico siguiente, el Diseño del Modelo de Computación de Nube Privada con Infraestructura como Servicio para la Administración de Servidores de la Plataforma Tecnológica de SEDUCLA:

Modelo de Computación de Nube Privada con Infraestructura como Servicio para la Plataforma Tecnológica de SEDUCLA

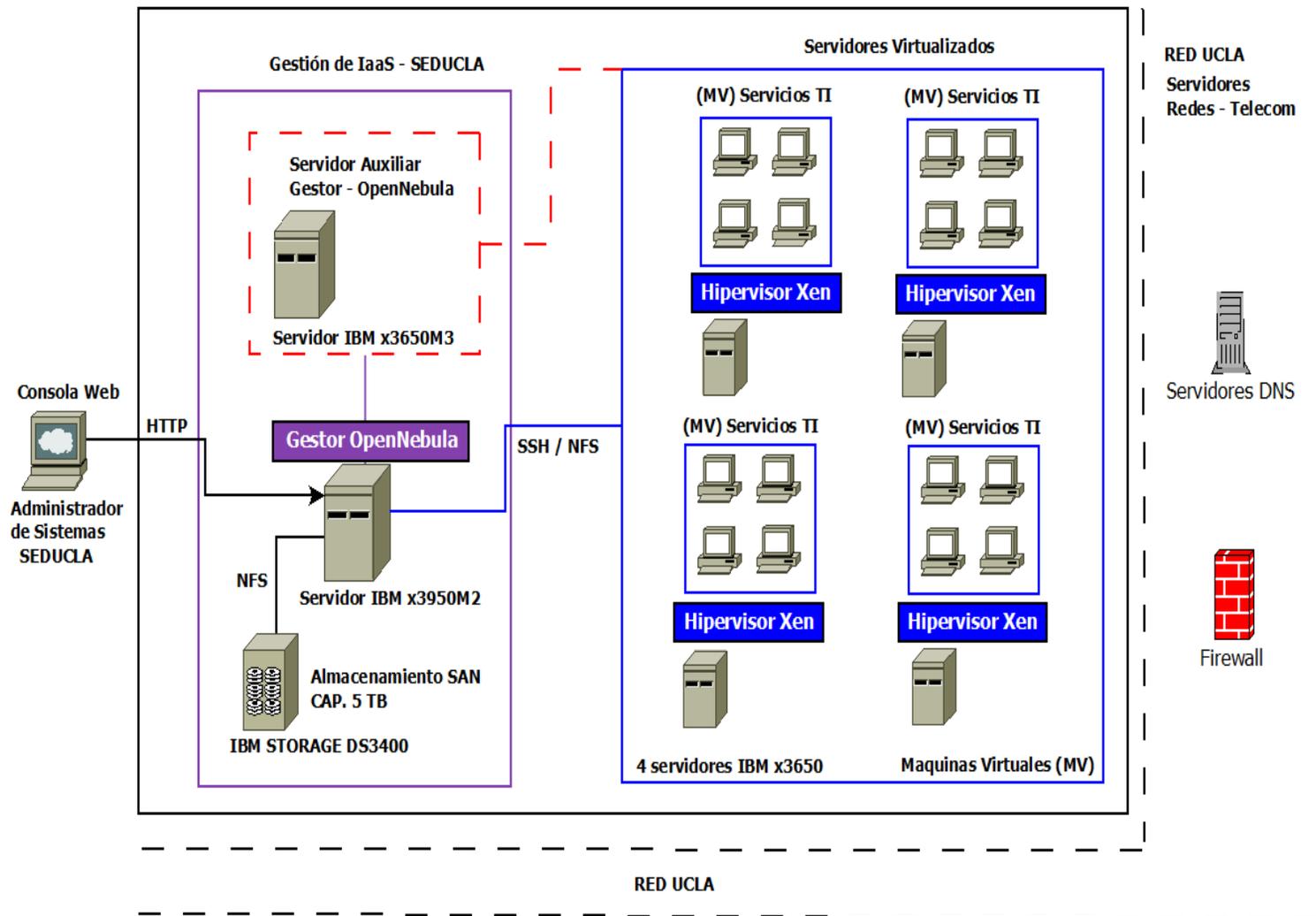


Gráfico 28. Modelo de Computación de Nube Privada con Infraestructura como Servicio para la Administración de Servidores de la Plataforma Tecnológica de SEDUCLA. Fuente: Autor (2011).

Descripción Funcional del Modelo Propuesto.

El diseño propone un nuevo esquema de funcionamiento para la plataforma de servidores de SEDUCLA, donde gracias a las tecnologías de virtualización y gestión de infraestructuras virtuales, los recursos en hardware son aprovechados de manera óptima para el despliegue del servicio IaaS, que es requerido bajo demanda por parte de los administradores de sistemas, y adicionalmente estas tecnologías aportan a dicha plataforma todos los beneficios de la computación de nube estudiados en el presente trabajo.

El administrador desde su estación de trabajo, o fuera de la Red UCLA, mediante un navegador, accede a la consola web en donde controla el encendido, apagado, reinicio, suspensión, activación, y cierre de sesión de las máquinas virtuales, además puede monitorear su estatus, en el clúster de recursos virtualizados (conjunto de servidores físicos donde se encuentra instalado el hipervisor).

Ante una falla de hardware, o mantenimiento físico de equipos, puede reubicar las máquinas virtuales desplegadas en el equipo afectado en otro, para no perder la continuidad del servicio TI instalado en dichas máquinas, a través de la migración en caliente (cambio de ubicación de una máquina virtual sin necesidad de interrupción en su funcionamiento) que facilita el gestor de nube en coordinación con los hipervisores en los nodos.

En los proyectos de TI, que requieran el abastecimiento de un nuevo servidor, el administrador podrá aprovisionarse en minutos de uno virtual, con la configuración de hardware virtualizado a la medida de sus necesidades, o instanciar una plantilla con una configuración prediseñada, a través de la consola web. Todo esto podría evitarle, pasar por un proceso de compra de nuevo hardware, que demora el desarrollo de los proyectos en la Coordinación de Apoyo Tecnológico de SEDUCLA, a causa de los tiempos administrativos consumidos por dicho proceso.

En caso de que un servicio TI asociado a una máquina virtual se encuentre muy saturado, de acuerdo con las mediciones de uso, presentadas en el panel de monitoreo que despliega la consola web, el administrador podrá clonar la máquina virtual del

servicio afectado para aumentar su redundancia y desahogar a la instancia saturada. También puede programar reglas en el gestor que permita, a través de ciertas mediciones del panel en la consola web, aumentar o reducir el número de máquinas virtuales en torno al servicio con alta demanda en determinados intervalos de tiempo.

El gestor de infraestructura virtual (OpenNebula) instalado en el equipo IBM 3950M2, es el director de la nube computacional, quien se comunica con el hipervisor en cada nodo (servidor físico) para crear las máquinas virtuales, según la configuración deseada por el administrador. También coordina la reubicación de esas máquinas sobre el cluster virtualizado. Recolecta además el estado de dichas instancias en comunicación constante con el hipervisores, presentando los resultados en la consola web que será visualizada por el administrador. Cabe destacar, que dada la capacidad en hardware del servidor x3950M2, en este puede instalarse un hipervisor para que de manera local, el gestor pueda desplegar máquinas virtuales que soporten las operaciones en servicios TI demandados.

El almacenamiento SAN comprendido por el equipo IBM DS3400, será el repositorio de imágenes y de respaldos de las máquinas virtuales. La imagen, a través de protocolo NFS, será compartida por el gestor de nube para que sea instanciada por el hipervisor en el nodo donde se desea crear la máquina virtual. Dicho almacenamiento puede además contener particiones de disco compartidas por las máquinas virtuales desplegadas en el clúster virtualizado, a través de NFS, con el fin de almacenar data común en torno a un servicio TI. Dependiendo del espacio disponible en disco de cada servidor donde se encuentra el hipervisor, el administrador puede utilizar dicho espacio para respaldo redundante de las maquinas desplegadas en ese nodo. Por otra parte, el servidor IBM 3650M3, actuará como auxiliar en caso de una falla crítica del servidor principal IBM 3950M2, donde se encuentra instalado el gestor. Este servidor auxiliar debe tener instalado y configurado un segundo gestor. Esto con el fin de eliminar un punto único de falla, aumentando los niveles de tolerancia a fallos de todo el modelo computacional.

Por último, el acceso a los servicios TI instalados y configurados en dichas máquinas virtuales será controlado por la infraestructura de red de la UCLA, que es la

que proveerá el transporte necesario de datos desde y hacia el modelo. Las consideraciones de red como direccionamiento IP externo e interno para el modelo, deben ser discutidas y acordadas con el personal de la Dirección de Telecomunicaciones de la Universidad, a través de un análisis de redes necesario.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación constituyen un gran aporte para la UCLA en el sentido que le permite alinearse a los paradigmas computacionales emergentes, como es el caso de la computación de nube, contribuyendo a la innovación y mejoramiento en la prestación de sus servicios educativos a distancia apoyados en las tecnologías de la información. Los beneficios que reporta para la Universidad, la adopción de un modelo de computación de nube para la administración de sus infraestructuras tecnológicas, se traducen en el ahorro en costos de inversión en la compra de equipos de computación de alto desempeño, aprovechando las capacidades del hardware existente. Además permite la reducción del consumo eléctrico y de espacio mediante la consolidación del parque de servidores en los centros de datos. Minimiza la complejidad y aumenta la eficiencia en las tareas de administración de servidores y servicios TI, permitiendo elevar los grados de tolerancia a fallos y alta disponibilidad de las aplicaciones ofrecidas por las plataformas de computación presentes en los recintos universitarios.

En relación a todo lo anterior, como conclusión del objetivo general de esta investigación se realizó la propuesta de un modelo de computación de nube para el Sistema de Educación a Distancia de la UCLA siendo factible su implementación desde el punto de vista técnico, económico y operativo.

Como producto de la implementación de los instrumentos de recolección de datos aplicados en SEDUCLA, así como de los mecanismos que permitieron la

evaluación de la situación actual presente en la Coordinación de Apoyo Tecnológico, relacionada con la administración de servidores de la Plataforma Tecnológica que gestiona, es pertinente establecer las conclusiones de los resultados obtenidos. Estas abarcan todas las fases de la investigación:

- La necesidad de establecer un nuevo modelo de computación para la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA, con características de alta disponibilidad, tolerancia a fallos, ahorro energético, aprovechamiento de recursos computacionales de manera óptima, adaptabilidad, reducción de costos operativos, rapidez de instalaciones de nuevos recursos, adecuación ecológica, y medible.
- Se determinaron debilidades en el esquema actual de funcionamiento de la plataforma de servidores, detectándose una gestión estática de servicios TI, subutilización de recursos computacionales, además de puntos únicos de falla lo que contribuyen con un bajo nivel de tolerancia a fallos e índice de disponibilidad.
- Se analizaron los paradigmas computación distribuida emergentes aplicados en entornos universitarios en la actualidad, vislumbrándose dos modelos computacionales; la computación en grid y la computación de nube. Resultando este último el más adecuado para diseñar la propuesta de la presente investigación.
- Se determinó que la propuesta del modelo de computación de nube para la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA es técnica, económica y operativamente factible, debido a que está provista de todos los elementos que conllevan a su desarrollo, obteniendo con la misma beneficios para la Universidad, el personal que labora en SEDUCLA y la comunidad universitaria.
- A través del estudio realizado se logró diseñar un modelo de computación de nube de tipo privado con infraestructura como servicio para apoyar la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.

- Esta investigación deja abiertas las posibilidades de implementar un modelo más eficiente de computación para la administración de servidores de SEDUCLA, que mejore la situación actual presentada, debido a que trae consigo una diversidad de beneficios y ventajas técnicas.

Recomendaciones

Para conseguir que la administración de la plataforma de servidores de SEDUCLA, alcance un óptimo rendimiento, se presentan las siguientes opciones:

- Es recomendable aplicar un modelo de computación de nube que apoye la Administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.
- Desarrollar una investigación que aborde la integración del modelo de nube con un sistema de tickets para la reserva y utilización de recursos virtualizados en lapsos de tiempos definidos, por parte otras unidades (prácticas académicas, unidad de desarrollo de sistemas), que así lo requieran, definiendo las políticas, perfiles y reglas del negocio para tal fin.
- Estudiar el desarrollo y despliegue del siguiente nivel de computación de nube Plataforma como Servicio (PaaS), y su adecuación para el caso SEDUCLA.
- Elaborar un plan de actividades para la adopción del modelo propuesto, teniendo como referencia el que sugiere la CSCC (2011).
- Realizar un estudio de red necesario para la implementación del modelo de computación de nube.
- Profundizar los aspectos de seguridad en la adopción de la computación de nube en una plataforma de servicios TI.

REFERENCIAS DOCUMENTALES.

- Accenture. (2010). *Cloud Rise: Rewards and Risk at the Dawn of Cloud computing..* [Documento en línea] Disponible en: <http://www.accenture.com/us-en/Pages/insight-cloud-computing-rewards-risks-summary.aspx> (Consulta: febrero 4, 2011)
- Arbós, N.; Amorós, L. M.; González, D.; Oller, A.; Alcober, J. (2011). *Servicios telemáticos sobre nubes privadas en plataformas virtualizadas y distribuidas.* España: Departamento de Ingeniería Telemática. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de la investigación. Introducción a la metodología científica.* Caracas: Editorial Episteme.
- Ary, A., Jacobs, L. y Razavieh, A. (1992). *Introducción a la Investigación Pedagógica.* México: McGraw-Hill.
- Benito, B de. (2000). *Posibilidades educativas de la webtools.* Palma de Mayorca: Universidad de Islas Baleares.
- Busot, A. (1991). *Investigación Educativa.* Maracaibo, Venezuela: La Universidad del Zulia.
- Buyya R.; Broberg J.;Goscinski A. (2011). *Cloud Computing: Principles and Paradigms.* Canada: Willey.
- Buyya R.; Chee, Y.; Venugopal, S. (2009) *Market-Oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality for Delivering IT Services as Computing Utilities.* Melbourne, Australia: s.n.
- Chiavenato, I. (2004). *Introducción a la Teoría General de la Administración.* Séptima Edición. McGraw-Hill Interamericana.
- Cloud Standards Customer Council. (CSCC) (2011). *Practical Guide to Cloud Computing Version 1.0.*[Documento en línea] Disponible en: http://www.cloudstandardscustomerCouncil.org/CSCC_PG2CC-10-04-11.pdf (Consulta: septiembre, 17, 2011)
- Da Silva R, Oliveira. (2002). *Teoría de la Administración.* México: International Thomson Editores, S.A. de C.V.
- Decreto N° 3390 (Software libre). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 38.095, Diciembre 28, 2004.*

- Del Moral, T. (2011). *Aprender, entre nubes y 'grid'*. [Documento en Línea] Disponible en: <http://www.prensa.com/impreso/aprender-entre-nubes-y-%C2%B4grid%C2%B4/11245> (Consulta: septiembre 13, 2011).
- Diario TI (2007). *La Universidad de los Andes e IBM apuestan al desarrollo tecnológico a través de Grid Computing*. [Documento en Línea] Disponible en: http://www.diarioti.com/noticia/La_Universidad_de_los_Andes/15962 (Consulta: Agosto 12, 2011).
- Domínguez Hernández, B. (2005). *Computación Distribuida: Grid Computing*. San Carlos. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- DSA-Research. (2011). *OpenNebula Cloud Toolkit* [Página web en línea] Disponible en: <http://dsa-research.org>(Consulta: agosto17, 2011).
- Foster, I. (2002). *What is the Grid? A Three Point Checklist* [Documento en línea] Disponible en: <http://dlib.cs.odu.edu/WhatIsTheGrid.pdf>(Consulta: septiembre, 15, 2011)
- Free Software Foundation. (2010). *La Definición de Software Libre*. [Documento en línea] Disponible en: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html> (Consulta: marzo 8, 2011).
- García Abades, R. (2009). *Migración de un entorno web a Cloud Computing Amazon EC2*. Catalunya. España. Universidad Politécnica de Catalunya.
- García Aretio, L. (1994). *Educación a Distancia hoy*. Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Guerrero A.; Mena E. (2011). *Implementación de un Prototipo de Cloud Computing de modelo privado para ofrecer infraestructura como servicio*. Quito. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Hernández, R. y otros (1996) *Metodología de la investigación*. ED.: McGraw-Hill Interamericana, S.A. México DF-México.
- Lasica, J. D. (2009). *Identity in the Age of Cloud Computing*. United States of America. The Aspen Institute. Washington, DC.
- Macias y Martínez (2002). *La Investigación Cualitativa Etnográfica en Educación*. Caracas, Venezuela: Texto.
- Menken, I. (2008). *Cloud Computing The Complete Cornerstone Guide to Cloud Computing Best Practices Concepts, Terms, and Techniques for Successfully*

- Planning, Implementing.. Enterprise IT Cloud Computing Technology.* Australia: Emereo Pty Ltd
- Molina, E. (2000). *La tecnología, reto para la educación venezolana.* Candidus, 16, 19-21.
- National Institute of Standards and Technology.(NIST) (2011). *Cloud Computing StandardsRoadmap.* [Documento en línea] Disponible en: http://collaborate.nist.gov/twiki-cloud-computing/pub/CloudComputing/StandardsRoadmap/NIST_SP_500-291_Jul5A.pdf (Consulta: septiembre, 15, 2011)
- Neuman (1994). *Scale in Distributed Systems.* USA: University of Southern California.
- OpenNebula. (2011). [Página web en línea] Disponible en: <http://www.opennebula.org> (Consulta: agosto17, 2011).
- Pagés, E. (2009). *Gestión sostenible de clústers de recursos virtuales.* España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Parsons, J.; Oja D. (2008). *Concepto de computación: nuevas perspectivas.* ED.: Cengage Learning Editores México DF-México.
- Rodríguez, P. (2009). *Ejecución de una base de datos distribuida sobre un entorno de Cloud Computing.* Tesis de Grado de Maestría. España: Universidad Complutense de Madrid.
- Rosales , E. (2010). *Unacloud: infraestructura como servicio para Cloud Computing oportunista.* Colombia: Universidad de los Andes.
- Rubiato, V. (2010). *Gestión Dinámica de Infraestructura Orientada al Negocio.* España: Universidad Carlos III.
- Ruiz (1998). *La Investigación de la Enseñanza.* Tomo 1. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Sabino, C. (1998). *El proceso de investigación.* ED.: Panapo. Caracas – Venezuela.
- Salinas, J. (1996): *Redes de comunicación, redes de aprendizaje.* Palma de Mallorca: Universidad de las Islas Baleares, EEOS, 91-100.
- Senn, J. (1.987). *Análisis y diseño de sistemas de información.* ED.: McGraw-Hill México DF-México.

- Sistema de Educación a Distancia de la UCLA. (SEDUCLA) (2007). *Proyecto para la implementación de un sistema de educación a distancia en la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”*. UCLA. Barquisimeto, Venezuela
- (SEDUCLA) (2009). *Reglamento Interno de la Educación a Distancia en la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”*. UCLA. Barquisimeto, Venezuela.
- (SEDUCLA) (2010). [Página web en línea]. Disponible en: <http://sed.ucla.edu.ve>
- Tanenbaum, A. y Van Steen M. (2006). *Distributed Systems. Principles y Paradigms*. Holanda: Prentice Hall.
- Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). (2002). *Manual para la Elaboración del Trabajo Conducente al Grado Académico de: Especialización, Maestría y Doctorado*. Barquisimeto.
- Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). (2011). [Página web en línea] Disponible en: <http://www.ucla.edu.ve> (Consulta: febrero 3, 2011).
- UNESCO. (1998). *Proyecto de declaración mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: visión y acción*. París. [Documento en línea] Disponible en: http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm (Consulta: febrero 7, 2011).
- UNESCO. (2010). *Cloud Computing in Education*. Moscow: Russian Federation. Niall Sclater.
- UNESCO. (2011). *Sistemas de computación distribuida, en grid y en nube*. [Página web en línea] Disponible en: <http://www.unesco.org/es/higher-education/reform/brain-gain-initiative/resources/grid-and-cloud-computing/> (Consulta: Agosto 19, 2011).
- Vaquero, L.; Rodero-Merino, L.; Cáceres J.; Lindner, M.; (2009). *A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition*. España, EEUU. Telefónica Investigación y Desarrollo. SAP research.
- Ventana Digital (2011). *La Universidad de Murcia pone en marcha un sistema en la Nube para el pago de servicios*. [Página web en línea] Disponible en: URL: <http://www.vdigitalrm.com/servlet/vdigital.servlets.ServletLink?METHOD=DETALLENOTICIA&serv=NoticiasPortal&xid=31009&xxx=1638> (Consulta: Julio 11, 2011).
- Vicuña, Nelson. (2010). *P2P, Grid, Cloud y Sky Computing*. [Documento en línea] Disponible en:

<http://ldc.usb.ve/~yudith/docencia/UCV/Exposiciones/ExpoGrid.pdf> (Consulta: Julio 14, 2011).

Virtualización (2007). [Página web en línea] Disponible en: URL: <http://www.virtualizacion.com> (Consulta: marzo 11, 2011).

VMware. (2010). *La Universidad Complutense de Madrid ahorra casi un millón de euros gracias a las soluciones de virtualización de VMware*. [Documento en línea] Disponible en: <http://www.vmware.com/es/company/news/releases/982010.html> (Consulta: enero 20, 2011).

Vmware. (2011). *Qué es virtualización?* [Documento en línea] Disponible en: <http://www.vmware.com/lasp/virtualization/what-is-virtualization.html> (Consulta: marzo 11, 2011).

Wyld, David. (2010). *Cloud Computing 101: Universities Are Migrating to The Cloud For Functionality And Savings*. [Documento en línea] Disponible en: http://www.bukisa.com/articles/373260_cloud-computing-101-universities-are-migrating-to-the-cloud-for-functionality-and-savings.html (Consulta: febrero 12, 2011).

XEN. (2011) [Página web en línea] Disponible en: <http://www.xen.org> (Consulta: agosto 15, 2011).

ANEXOS

ANEXO “A”

MODELO DE COMPUTACIÓN DE NUBE PARA LA ADMINISTRACION DE SERVIDORES DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE SEDUCLA

Cuestionario

En el presente cuestionario, se presentan una interrogante relacionada con parámetros de funcionamiento, que pueden ser relevantes en un nuevo modelo de computación para la administración de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.

Datos de Identificación

Nombre y Apellido: _____

Cargo: _____

Instrucciones:

1. Lea cuidadosamente cada una de las preguntas antes de responder.
2. Todas deben ser respondidas.
3. Al responder, coloque una equis (X) debajo de la alternativa que usted considere correcta, solo deben considerar una como correcta.

Es importante que se asegure de haber contestado todas las preguntas, espontáneamente y con veracidad.

Con el objeto de proponer futuras mejoras para la administración de la plataforma tecnológica de SEDUCLA, se le solicita a usted responder las siguientes preguntas:

¿Qué tan de acuerdo está usted con el diseño de un modelo de computación para la administración de la plataforma tecnológica en SEDUCLA que reúna las siguientes características?

TDA: Totalmente de acuerdo; **DA:** de acuerdo; **NAND:** ni de acuerdo ni en desacuerdo; **ED:** En desacuerdo; **TDDA:** totalmente en desacuerdo

N°	Enunciados	TDA	DA	NAND	ED	TDDA
1.	Posibilidad de realizar mantenimientos sin que represente la interrupción de algún servicio TI					
2.	Capacidad para mantener la continuidad del servicio TI, ante fallos inesperados.					
3.	Conveniente para reducir costos eléctricos innecesarios en periodos de bajo consumo de recursos computacionales					
4.	Que facilite el aprovechamiento de la capacidad computacional existente de manera óptima					
5.	Que permita mantener la calidad de servicio sin necesidad de interacción humana					
6.	Que permita la reasignación de recursos físicos (CPU, memoria, disco) a un servicio TI crítico para atender mejor su demanda.					
7.	Con posibilidad de aumentar las capacidades de infraestructura computacional para satisfacer requerimientos críticos sobre proyectos tecnológicos					
8.	Crecimiento o disminución en servicios TI bajo demanda					
9.	Uso de software libre probado en ambientes universitarios					
10.	Rentable en atención a los costos asociados a la inversión en compra de nuevos equipos					
11.	Con en el que pueda abastecerse de un nuevo recurso computacional de forma rápida.					
12.	Rentable desde el punto de vista ecológico en cuanto al ahorro en espacio físico					
13.	En el que se registre la trazabilidad de su consumo de recursos computacionales por parte de los usuarios para medir calidad de servicio y establecer políticas					

ANEXO “B”

Validación de Instrumentos de Recolección de Datos

Señor(a):

Ciudad.

Ref. Validación de Instrumentos de
Recolección de Datos

Por medio de la presente, me dirijo a Usted, como experto en el área, para informarle, que ha sido seleccionado (a) para la validación del instrumento a utilizar en el desarrollo de la investigación, la cual se titula: **“MODELO DE COMPUTACION DE NUBE PARA LA ADMINISTRACION DE SERVIDORES DE LA PLATAFORMA TECNOLOGICA DEL SISTEMA DE EDUCACION A DISTANCIA DE LA UCLA (SEDUCLA)”**

A tal fin, se anexa cuadro de operacionalización de variables, los instrumentos de recolección de datos (Cuestionario) y el respectivo formato de revisión y Validación, además del objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

Se debe resaltar, en cuanto a la investigación, que la misma es una investigación decampo, con modalidad de proyecto factible.

Sin más a que hacer referencia y agradeciendo su mayor colaboración al respecto,

Atentamente,

Ing. Elías Javier López Colmenares

Objetivos de la Investigación

General

Proponer un modelo de computación de nube, para la administración de servidores de la plataforma tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA).

Específicos

1. Diagnosticar los requerimientos que actualmente demanda la plataforma tecnológica del Sistema de Educación a Distancia de la UCLA (SEDUCLA) para la administración de servidores.
2. Analizar los paradigmas de computación distribuida emergentes más aplicados en entornos universitarios, con respecto a la administración de servidores.
3. Identificar el paradigma que mejor se adapte a la gestión de servidores de SEDUCLA sobre la infraestructura tecnológica existente.
4. Determinar la factibilidad técnica, operativa y económica de diseñar un modelo de computación de nube que apoye la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.
5. Diseñar un modelo de computación de nube para apoyar la administración de servidores de la plataforma tecnológica de SEDUCLA.

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	Indicadores	Técnica e Instrumento	Sujetos del estudio	ITEM
Requerimientos en una plataforma tecnológica de un Sistema de Educación a Distancia para la administración de sus servidores	Alta disponibilidad	- Con posibilidad de realizar mantenimientos sin que represente la interrupción de algún servicio TI	Cuestionario – Fuentes documentales	Personal SEDUCLA: Apoyo Tecnológico (Infraestructura, Administración de Entornos Virtuales de Aprendizaje. Departamento de Redes de la Dirección de Telecomunicaciones UCLA. Personal Técnico	1
	Tolerancia a fallos	- Capacidad para mantener la continuidad del servicio TI, ante fallos inesperados.			2
	Ahorro energético	- Conveniente para reducir costos eléctricos innecesarios en periodos de bajo consumo de recursos computacionales			3
	Aprovechamiento de recursos computacionales de manera óptima	- Aprovechamiento de la capacidad computacional existente y de manera optima - Mantener la calidad de servicio sin necesidad de interacción humana - Reasignación de recursos físicos (CPU, memoria, disco) a un servicio TI crítico y atender mejor su demanda.			4
					5
					6
	Adaptabilidad	- Con Posibilidad de aumentar las capacidades de infraestructura computacional para satisfacer requerimientos críticos sobre proyectos tecnológicos - Crecimiento o disminución en servicios TI bajo demanda			7 8
	Reducción de costos	- Uso de software libre probado en ambientes universitarios - Rentable en atención a los costos asociados a la inversión en compra de nuevos equipos			9 10
	Rapidez de instalaciones	- Con en el que pueda abastecerse de un nuevo recurso computacional de forma rápida.			11
Adecuación ecológica	- Rentable desde el punto de vista ecológico en cuanto al ahorro en espacio físico	12			
Medición	- En el que se registre la trazabilidad de su consumo de recursos computacionales por parte de los usuarios para medir calidad de servicio y establecer políticas	13			

Nota: Autor (2011)

**UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
Maestría en Ciencias de la Computación**

Formato para la Revisión y Validación del Instrumento de Recolección de Datos

Apellidos y Nombre: _____

Título que posee: _____

Especialidad de Postgrado: _____

Cargo que Desempeña: _____

INSTRUCCIONES

- Lea detenidamente cada uno de los ítems relacionados con cada indicador.
- Utilice este formato para indicar su grado de acuerdo con cada enunciado que se presenta, marcando con una equis (X), en el espacio correspondiente.
- Si desea plantear alguna observación para mejorar el instrumento, utilice el espacio correspondiente.

HOJA DE VALIDACIÓN INSTRUMENTO (CUESTIONARIO)

N° ITEM	PERTINENCIA		CONGRUENCIA		TENDENCIOSIDAD	
	ADECUACIÓN ITEM- OBJETIVOS		CONEXIÓN Y LÓGICA INTERNA EN CADA ITEM		LOS ITEMS NO CONTIENEN VICIOS EN SU REDACCIÓN	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

9						
10						
11						
12						
13						

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE EL INSTRUMENTO

ANEXO “C”

Curriculum Vitae del Autor

Nombre:

Elías Javier López Colmenares

Información Personal

Estado Civil	Soltero
Cédula de Identidad	V-15.832.546

Títulos Obtenidos

- 2000 – 2006: Educación Superior. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Barquisimeto.- Edo. Lara

Título Obtenido: **Ingeniero en Informática.**

Experiencia Laboral

- **Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Sistema de Educación a Distancia. SEDUCLA.**

Cargo: Coordinador de Infraestructura Tecnológica SEDUCLA.

Lapso: 15 de julio 2009 – Actualidad.

Actividades:

- Administración de Servidores bajo Linux/CentOS.
- Administración del Sistema de Educación a Distancia de UCLA basado en el LMS Moodle.
- Instalación, configuración y entonación de servicios web, base de datos y del almacenamiento SAN, en los que se soporta la plataforma tecnológica de SEDUCLA.
- Instalación, adaptación y configuración de aplicaciones bajo plataforma LAMP o LAPP. Programación de shell scripts.
- Administración de políticas de seguridad en la administración y uso de sistemas.

- Investigación y aplicación de nuevas tecnologías basadas en software libre.
- **Corporación Venezolana Agraria (CVA) Leander Carnes y Pescados, S.A.**

Cargo: Especialista II.

Lapso: 16 de octubre 2007 – 14 de julio 2009.

Actividades:

- Administrador de servidores bajo GNU/Linux Debian.
 - Administración de servicios de red, base de datos y autenticación.
 - Implementación de la política de respaldos de la data empresarial.
 - Desarrollo y mantenimiento de la página web corporativa.
 - Mantenimiento del código fuente de la aplicación administrativa SIGESP.
 - Investigación y aplicación de nuevas tecnologías.
- **Glassven, C.A.**

Cargo: Analista de Sistemas.

Lapso: 26 de diciembre 2006 – 16 de octubre 2007.

Actividades:

- Investigador de tecnologías libres.
 - Desarrollo de aplicaciones web bajo plataforma LAMP (Linux, Apache, Mysql, Php)
 - Montaje de servidor de producción Red Hat Enterprise.
- **Open World Consultores C.A.**

Cargo: Analista de Investigación y Desarrollo.

Lapso: 15 de agosto 2006 – 15 de noviembre 2006.

Actividades Realizadas:

- Investigador de Nuevas Tecnologías.
 - Montaje y configuración de un Servidor de Aplicaciones en FedoraCore (Apache2, PHP5, PostgreSQL, MySQL).
 - Asesoría Linux.
 - Instalación de FedoraCore, Debian GNU/Linux, y Ubuntu.
 - Desarrollo del Sistema de Gestión Integral “Zandrix”.
 - Elaboración de Manuales para Adiestramiento.
 - Facilitador de Adiestramiento

- **Laraweb C.A.**

Cargo: Programador (Contratado).

Lapso: Abril 2006 – Junio 2006

Actividades Realizadas:

- Desarrollo de Aplicaciones Web bajo plataforma LAMP (Linux, Apache2, MySQL, PHP). Montaje y configuración de un Servidor de Aplicaciones en FedoraCore
- (Apache2, PHP5, MySQL).

- **Pasantías Laborales en Laraweb C.A.**

Lapso: Febrero 2006 – Abril 2006.

Actividades Realizadas:

- Desarrollo de Aplicaciones Web bajo Plataforma LAMP (Linux, Apache2, MySQL, PHP).