

**MATERIAL ACADÉMICO DE ENTRENAMIENTO PARA DESPLIEGUE DE  
APLICACIONES FUNCIONALMENTE EFICIENTES, USANDO SERVICIOS DE  
CLOUD**

**JUAN SEBASTIAN BECERRA BAUTISTA**



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**TUNJA**

**2019**

**MATERIAL ACADÉMICO DE ENTRENAMIENTO PARA DESPLIEGUE DE  
APLICACIONES FUNCIONALMENTE EFICIENTES, USANDO SERVICIOS DE  
CLOUD**

**JUAN SEBASTIAN BECERRA BAUTISTA**

**Trabajo de grado, presentado para optar el título de  
INGENIERO EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**DIRIGIDO POR:**

**DANIEL ALEXANDER APERADOR MANCIPE**

**Magister en Sistemas y Computación.**



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**TUNJA**

**2019**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Tunja, septiembre de 2019**

## **Dedicatoria**

La formación y conocimiento profesional es un constante camino que recorreremos a lo largo de la vida, para cumplir nuestras metas, por tanto, dedico esto a:

### **Dios y a nuestra querida madre - la Virgen del milagro:**

Por su iluminación divina y su presencia en cada momento e instante de mi vida, y en especial en el desarrollo de este proyecto que permitió beneficiar a un grupo de estudiantes con dificultades en su pensamiento lógico y analítico

### **A mis padres:**

Por su apoyo incondicional, sus consejos y palabras de aliento para lograr llevar a feliz término este estudio, así como su abnegada voluntad de cooperación durante el tiempo que estuve realizando mi carrera

### **A mi hermana y cuñado:**

Por qué, desde la distancia, con sus consejos y palabras de aliento me motivaron a no desfallecer y a dar todo de mí.

### **A mi sobrina y ahijada, Amelie:**

Por qué, con su crecimiento a grandes pasos me inspiraron a continuar, que en momentos difíciles su recuerdo me alegra.

## **Agradecimientos**

El autor expresa sus agradecimientos por la colaboración e interés en el desarrollo de esta investigación a:

A **Dios** por permitirme llevar a cabo este proyecto importante en mi vida.

A mi **familia** por su apoyo constante y permanente.

A **Daniel Alexander Aperador Mancipe** director de la investigación, por su asesoría, aportes y orientación para el desarrollo de este estudio.

A los **docentes de la ingeniería de sistemas y computación** por sus orientaciones para el desarrollo y consolidación de la investigación.

A la **Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia**, sede central y,

A todas aquellas personas que de una u otra forma y de manera desinteresada colaboraron en la realización de esta investigación.

**A todos, ¡Gracias!**

## **Titulo**

Material académico de entrenamiento para despliegue de aplicaciones funcionalmente eficientes, usando servicios de Cloud

## **Resumen**

El Cloud Computing es una tecnología de vanguardia con múltiples servicios, es por eso por lo que en este estudio se evaluaron las habilidades necesarias para hacer un despliegue de una aplicación exitosamente. Para esto se examinó la actualidad de los estudiantes de ingeniería de sistemas y computación en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en habilidades para realizar este procedimiento y se examinó que tanto la creación de un material referente, donde se identifican los procesos necesarios e inconvenientes que se pueden presentar durante el despliegue, mejoró sus habilidades. El material fue construido orientado a la exploración de servicios en los proveedores líderes de Cloud Computing, haciendo un análisis de las ventajas y desventajas que estos pueden tener.

El objetivo fue mejorar las habilidades de los estudiantes en el despliegue de aplicaciones en Cloud, que por consiguiente se amplía su campo laboral para contribuir en procesos de este tipo y que se hagan con calidad y de forma eficiente.

## **Palabras Clave**

Cloud Computing, habilidades, proveedores Cloud, despliegue de aplicaciones, servicios cloud

**Title**

Academic training material for functionally efficient deployment of applications, using Cloud services.

**Abstract**

Cloud computing is a forefront technology with several services. Therefore, in this study, the necessary skills to make a successful application deployment were evaluated. For this, the current abilities to develop this procedure from the Pedagogical and Technological University of Colombia Computer Engineering students were examined. The creation of material was analyzed in regard to the identification of necessary procedures and inconveniences that can occur during the deployment, improving their abilities. The material was created focusing on the exploration of leading Cloud Computing providers' services, analyzing the advantages and disadvantages they have.

The goal was to improve the abilities of the students in Cloud application deployment, consequentially expanding their work field to be able to contribute in these kinds of processes done with quality and efficiency.

**Keywords**

Cloud Computing, skills, cloud provider, application deployment, cloud services

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.1. CONTEXTO.....	18
1.2. PROBLEMA .....	19
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	20
1.5. OBJETIVOS.....	22
1.5.1. General.....	22
1.5.2. Específicos .....	22
1.6. Estrategias de solución.....	23
2. MARCO REFERENCIAL .....	25
2.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	25
2.1.1. Marco teórico .....	25
2.1.2. Marco conceptual.....	36
2.1.3. Marco Tecnológico .....	51
2.2. ESTADO DEL ARTE .....	56
2.2.1. Fase heurística.....	59
2.2.2. Fase hermenéutica .....	69
3. DISEÑO METODOLÓGICO .....	138
3.1. Tipo y enfoque de la investigación .....	138
3.2. Delimitación de la población .....	141
3.3. Variables.....	142
3.4. Contexto demográfico.....	143
3.4.1. Población y muestra .....	144
3.5. Instrumentos y fuentes de información .....	145
3.5.1. Cuestionario .....	145
3.5.2. Observación participativa.....	145
3.5.3. Rubrica de opinión .....	146
3.5.4. Método Delphi .....	146
3.5.5. Análisis Documental .....	147

3.5.6.	Observación experimental .....	147
3.6.	Etapas de la investigación .....	148
3.6.1.	Primera Etapa: Identificación de factores de calidad Cloud, aptitudes y habilidades necesarias para realizar despliegue en Cloud.....	149
3.6.2.	Segunda Etapa: Reconocimiento de proveedores Cloud .....	150
3.6.3.	Tercera Etapa: Pruebas de calidad a Proveedores Cloud.....	151
3.6.4.	Cuarta Etapa: Sondeo de aptitudes y habilidades en despliegue Cloud de los estudiantes.....	153
3.6.5.	Quinta Etapa: Experimentos en despliegue de Cloud con estudiantes.....	154
3.6.6.	Sexta Etapa: Recolección de resultados de los experimentos .....	155
4.	IMPLEMENTACIÓN .....	157
4.1.	Plan de análisis de datos .....	157
4.2.	Resultados y análisis.....	158
4.2.1.	Primera Etapa: Identificación de factores de calidad Cloud, aptitudes y habilidades de despliegue en Cloud .....	158
4.2.2.	Segunda etapa: Reconocimiento de proveedores Cloud .....	167
4.2.3.	Tercera etapa: Pruebas de calidad a Proveedores Cloud.....	181
4.2.4.	Cuarta etapa: Sondeo de aptitudes y habilidades en despliegue Cloud de los estudiantes.....	185
4.2.5.	Quinta etapa: Experimentos en despliegue de Cloud con estudiantes.....	194
4.2.6.	Sexta etapa: Recolección de resultados de experimentos.....	199
5.	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO .....	207
5.1.	Discusión .....	207
5.2.	Conclusiones .....	209
5.3.	Recomendaciones .....	211
5.4.	Impacto social .....	211
5.5.	Trabajo futuro .....	212
	REFERENCIAS.....	214

## Lista de Figuras

Figura 1. Paradigma tradicional de optimización.....	35
Figura 2. Arquitectura MVC.....	49
Figura 3. Método Delphi.....	50
Figura 4. Ruta para construir estado del arte.....	58
Figura 5. Sistema antes y después de virtualizar.....	88
Figura 6- Funcionamiento en la nube.....	90
Figura 7. Ciclo de vida creación de una AMI.....	91
Figura 8. Ciclo de vida de carga de VM por el usuario.....	91
Figura 9. Clasificación en capas de Cloud.....	95
Figura 10. Arquitectura de Cloud Computing.....	96
Figura 11. Cuota de mercado de servicios de infraestructura de la nube en todo el mundo.....	99
Figura 12. Valoración AWS según Clutch.co.....	100
Figura 13. Valoración Azure según Clutch.co.....	101
Figura 14. Valoración GCP según Clutch.co.....	101
Figura 15. Valoración IBM Cloud según Clutch.co.....	102
Figura 16. Valoración Rackspace por Clutch.co.....	102
Figura 17. Cuadro mágico de Gartner de Proveedores Cloud 2018.....	104
Figura 18. Porcentajes para Cloud Computing en diferentes sectores industriales y servicios.....	113
Figura 19. Modelos de Cloud Computing.....	118
Figura 20. Jerarquía de decisiones que involucra 7 criterios y 21 subcriterios.....	122
Figura 21. Modelo de Calidad de servicio (QoS) para entornos SaaS privados y públicos.....	124
Figura 22. Modelo de despliegue Cloud.....	125
Figura 23. Sede Central U.P.T.C.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 24. Etapas de la investigación.....	149
Figura 25. Respuesta encuesta expertos pregunta 5.....	162
Figura 26. Respuestas encuesta expertos pregunta 7.....	163
Figura 27. Mapa de la infraestructura global de AWS.....	169
Figura 28. Cobro almacenamiento S3 en Ohio.....	170
Figura 29. Cobro instancias RDS para MySQL en Ohio.....	170
Figura 30. Cobro EC2 Linux en Ohio.....	171
Figura 31. Regiones de GCP.....	174
Figura 32. Precios Compute Engine GCP Los ángeles.....	175
Figura 33. Cobro Cloud Storage GCP Los ángeles.....	175
Figura 34. Cobro Cloud SQL GCP Los ángeles.....	176
Figura 35. Ubicaciones Azure.....	178
Figura 36. Cobro Azure SQL Oeste EE.UU.....	179
Figura 37. Cobro Storage Azure Oeste EE.UU.....	179
Figura 38. Cobro máquinas virtuales Azure Oeste EE. UU.....	180
Figura 39. Landing Cloud desplegada en VM de AWS.....	181
Figura 40. Carga página en PageSpeed.....	182
Figura 41. Conexión remota DB en AWS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 42. Conexión remota BD GCP.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 43. Conexión remota BD Azure.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 44. Aplicación prueba concepto Grupo 1.....	191
Figura 45. Aplicación prueba concepto Grupo 2.....	192

*Figura 46. Aplicación prueba despliegue Grupo 1 ..... 196*  
*Figura 47. Aplicación prueba desplieguen Grupo 2 ..... 197*

## Lista de Ecuaciones

<i>Ecuación 1. Tasa de aporte de fuente.....</i>	<i>65</i>
<i>Ecuación 2. Tasa de aporte de tipo de recurso.....</i>	<i>66</i>
<i>Ecuación 3. Tasa de recursos por área.....</i>	<i>66</i>
<i>Ecuación 4. Publicaciones por año.....</i>	<i>66</i>
<i>Ecuación 5. Tasa de recursos por año.....</i>	<i>67</i>
<i>Ecuación 6. Tasa de nivel de aporte.....</i>	<i>67</i>
<i>Ecuación 7. Promedio móvil carga de sitios web por proveedor.....</i>	<i>152</i>
<i>Ecuación 8. Promedio móvil carga AWS.....</i>	<i>183</i>
<i>Ecuación 9. Promedio móvil carga GCP.....</i>	<i>183</i>
<i>Ecuación 10. Promedio móvil carga Azure.....</i>	<i>184</i>

## Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Aportes de recursos por fuente.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 2. Aporte de recursos por tipo de recurso.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 3. Aporte de recursos por área.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 4. Publicaciones de recursos por año.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 5. Tasa por nivel de aporte del recurso.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 6. Sumario de revisiones técnicas bien conocidas (CSP).....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 7. Comparación de proveedores de servicios en la nube y sus características.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 8. Respuestas encuesta expertos pregunta 1.....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 9. Respuestas encuesta expertos pregunta 2.....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 10. Respuestas encuesta expertos pregunta 3.....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 11. Respuestas encuesta expertos pregunta 4.....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 12. Respuestas encuesta expertos pregunta 6.....</i>	<i>163</i>
<i>Tabla 13. Respuestas encuesta expertos pregunta 8.....</i>	<i>164</i>
<i>Tabla 14. Respuestas encuesta expertos pregunta 9.....</i>	<i>165</i>
<i>Tabla 15. Respuestas encuesta expertos pregunta 10.....</i>	<i>166</i>
<i>Tabla 16. Respuestas encuesta expertos pregunta 11.....</i>	<i>166</i>
<i>Tabla 17. Matriz de principales servicios de Proveedores Cloud.....</i>	<i>180</i>
<i>Tabla 18. Resultados prueba carga a EC2.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabla 19. Resultados prueba carga GCP.....</i>	<i>183</i>
<i>Tabla 20. Resultados prueba carga Azure.....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 21. Tiempo de despliegue de aplicación en Cloud.....</i>	<i>197</i>

## Lista de Gráficas

Gráfica 1. Tasa de recursos por fuente de información.....	70
Gráfica 2. Tasas de aporte por tipo de recurso .....	74
Gráfica 3. tasa de Aporte por área.....	76
Gráfica 4. Publicación de recursos por año.....	79
Gráfica 5. Tasa nivel de aporte de recursos.....	81
Gráfica 6. ¿Cuál es el servicio de Cloud Computing que su compañía usa más?.....	131
Gráfica 7. ¿Cuál es el top 3 de beneficios que su compañía tiene usando servicios de Cloud Computing?.....	132
Gráfica 8. ¿Cuál es el top 3 de tareas que su compañía usa servicios de Cloud Computing como complemento?.....	133
Gráfica 9. ¿Hace que su organización contrate un profesional, consultante externo para implementar Cloud?.....	134
Gráfica 10. ¿Cuantó espera que su compañía gaste en Cloud Computing en 2016 respecto a 2015?.....	134
Gráfica 11. Adopción empresarial de Cloud pública 2018 vs 2017.....	135
Gráfica 12. Adopción empresarial de Cloud pública .....	136
Gráfica 13. Estudiantes que han hecho despliegues.....	187
Gráfica 14. Comprensión del material referencia.....	200
Gráfica 15. Nivel de habilidades de estudiantes pre-prueba.....	201
Gráfica 16. Nivel de habilidades de estudiantes pos-prueba.....	202
Gráfica 17. Percepción complejidad despliegue Cloud pos-prueba.....	204
Gráfica 18. Nivel de ayuda del material guía.....	205

## Lista de Anexos

Anexo 1. tabla_recoleccion_EA.xlsx.....	67
Anexo 2. Elaboracion_Estado_Arte.xlsx .....	68
Anexo 3. encuesta_cloud_expertos.pdf .....	150
Anexo 4. Página Landing Cloud.....	151
Anexo 5. Encuesta_sondeo_cloud_estudiantes.pdf .....	153
Anexo 6. Prueba_concepto_sondeo_estudiantes.pdf.....	154
Anexo 7. Prueba_despliegue_en_Cloud.pdf.....	155
Anexo 8. encuesta_pos_experiemnto_despliegue_cloud.pdf.....	156
Anexo 9. Amazon_EC2_Service_Level_Agreement_-_Spanish_Translation__2018-02-12_.pdf).	171
Anexo 10.link_SLA_GCP.txt.....	176
Anexo 11. link_SLA_Azure.txt.....	180
Anexo 12. Respuestas_encuesta_sondeo_estudiantes.xlsx .....	185
Anexo 13. Recursos_aplicacion_dockgy.zip.....	194
Anexo 14. Documentos_creacion_dockgy.zip.....	194
Anexo 15.Guia_creacion_VM_DB_Storage_en_cloud.pdf.....	195
Anexo 16. Utilidades_despliegue_AWS.pdf.....	196
Anexo 17. Respuestas_encuesta_final_estudiantes.xlsx.....	199

## INTRODUCCIÓN

El tema de Cloud Computing ha crecido exponencialmente en la última década evolucionando a paso agigantados, obligando a los profesionales en Ingeniería de Sistemas y Computación o carrera afines a adaptarse a esta tecnología. La presente investigación determina el estado actual de las habilidades en despliegue de los estudiantes de ingeniería de sistemas y computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, para detectar en que tópicos se tiene que mejorar y crear material que contribuya para dicha mejora.

En este sentido la característica importante es detectar las falencias de los estudiantes y el por qué se presentan despliegues que no tiene un correcto funcionamiento y en muchos casos que no se hace de manera exitosa.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. Una de ellas es el poco abordaje del Cloud Computing en la vida académica del estudiante, esto se presenta debido a que en general se hace énfasis en el fortalecimiento de desarrollo y metodologías de desarrollo de aplicaciones desde distintas tecnologías, pero no se abarca en profundidad la integración de estas y su correcta comunicación para realizar un despliegue en Cloud.

También existe lo que se puede denominar como “miedo” o recelo al realizar estos procesos, ya sea por cuestiones técnicas y/o económicas que no permiten realizar prácticas de este tipo.

La investigación de esta problemática se realizó por el interés de mejorar las habilidades de los estudiantes y futuros profesionales en el despliegue de aplicaciones, pues ellos desde sus primeros años de vida laboral se tienen que enfrentar a estos procedimientos, donde además de realizar un despliegue se debe hacer un mantenimiento del mismo, por lo tanto, es necesario que el profesional esté preparado para afrontar estos retos y brindar trabajo de calidad a la sociedad.

Para abarcar este tema se inicia realizando un diagnóstico de la actualidad de los estudiantes en cuanto a sus habilidades de despliegue, para lograr esto, primero se realiza una indagación de cómo es el comportamiento del Cloud Computing y la calidad de los proveedores de este servicio diagnosticando que ventajas y desventajas trae consigo la elección de un proveedor.

Con base en la evaluación, se crean las herramientas para que el estudiante mejore sus conocimientos teóricos y prácticos en el correcto despliegue de aplicaciones en la nube. Teniendo estas herramientas construidas se aplican pruebas para determinar el grado de aporte a la mejora de habilidades en despliegue de Cloud.

La finalidad de esta investigación es mejorar las habilidades de los estudiantes en el despliegue de aplicaciones con la ayuda de material referente y que ellos puedan afrontar estos procedimientos en el mundo laboral.

# 1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta un contexto en el que se va a realizar la investigación, una descripción de la problemática que dio origen al estudio, la pregunta conductora del mismo, el por qué y para qué se realizó el estudio al igual que los objetivos planteados.

## 1.1. CONTEXTO

La investigación se orienta al estudio del Cloud Computing, analizando los tres servicios principales (computación, bases de datos y almacenamiento de archivos) que ofrecen distintos proveedores. En la actualidad las tecnologías orientadas a Cloud Computing tienen un auge vasto y el crecimiento de aplicaciones desplegadas en Cloud es exponencial, en consecuencia, de las ventajas ofrecidas, siendo evidentemente la necesidad de estar preparados profesionalmente para afrontar proyectos que involucren despliegues en Cloud.

Con la ayuda de expertos y una muestra de estudiantes se realizará experimentos apoyados en una aplicación prueba y un estudio de la actualidad del Cloud Computing, para obtener una forma eficiente de incrementar las habilidades de estos últimos, estableciendo criterios y habilidades mínimas necesarias para cumplir con el objetivo de un despliegue exitoso y eficiente, basados en las tendencias y habilidades requeridas en la implementación de Cloud Computing que existe en el ámbito profesional y académico.

El resultado de estos experimentos genera una guía base con la cual principalmente el estudiante pueda seguir un camino con destino a un despliegue exitoso de una aplicación eficiente, de esta manera podrá afrontar con mayor seguridad proyectos que involucren Cloud en su vida profesional.

## 1.2. PROBLEMA

La importancia del uso de Cloud Computing es descrita por Luis Joyanes Aguilar quien es un respetado Doctor en Ingeniería Informática, menciona que las organizaciones ven en esta tecnología la solución a muchos problemas, económicos o de infraestructuras tecnológicas. La adopción de la computación en la nube (SaaS<sup>1</sup>, PaaS<sup>2</sup> e IaaS<sup>3</sup>) está creciendo a gran velocidad y los modelos de entrega o despliegue de la nube (privada, pública, híbrida y comunitaria) ofrecidos por multitud de proveedores, se han hecho habituales en la terminología de las estrategias empresariales o centros de investigación. Además, la encuesta a expertos determino que es una tecnología necesaria en el profesional para desenvolverse en el campo laboral.

Debido a esto es por lo que los estudiantes de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia deben estar a la vanguardia de esta tecnología. Adicional se debe trabajar en la integración de tecnologías de desarrollo de aplicaciones y según el modelo de calidad de Armando Cabrera S, Marco Abad E, Danilo Jaramillo H. y Ana Poma G. publicado en su artículo con nombre: *“Incidencia de atributos de calidad de software en el diseño, construcción y despliegue de ambientes arquitectónicos Cloud”* [71], la construcción de software debe ser realizada cuidadosamente y el producto debe ser desplegado con calidad.

---

<sup>1</sup> SaaS: Software as a service

<sup>2</sup> PaaS: Platform as a Service

<sup>3</sup> IaaS: Infrastructure as a Service

En el proceso hecho para realizar sondeo del estado actual de habilidades de los estudiantes en conocimiento de Cloud y despliegue de aplicaciones se identifica que existen bases de esta tecnología, pero no los conocimientos y habilidades suficientes para realizar estos procedimientos con una buena calidad, generando aplicaciones que están en funcionamiento con múltiples errores y en el peor de los casos que no pudo ser desplegada.

El tener un buen conocimiento en Cloud y fortalecer las habilidades en despliegue el estudiante expande su probabilidad de ingresar a un empleo en el que deba realizar procesos de este tipo, y debido a que el mercado laboral en Cloud Computing crece exponencialmente como se identifica en el análisis hecho por Clutch.co [3] donde muestra que tecnologías son las más usadas en Cloud, que empresas son las que lo están usando y cuáles son los tópicos más requeridos.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Con base en el análisis realizado en el contexto educativo del estudio, los referentes teóricos y el apoyo de los estudios referidos en el estado del arte se formuló la pregunta de investigación:

¿De qué forma un material académico puede mejorar las habilidades en el despliegue de aplicaciones en Cloud en estudiantes de la escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia?

### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación tiene como objetivo principal determinar el estado actual de las habilidades de los estudiantes de ingeniería de sistemas y computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en el despliegue de aplicaciones en Cloud. Esto con el fin de diagnosticar el cómo los estudiantes están preparados para afrontar retos de este tipo en la vida profesional.

Se quiere abarcar los puntos clave y posibles inconvenientes que pueden surgir a la hora de hacer un despliegue, brindando al estudiante la información necesaria para cumplir con un despliegue en Cloud exitoso.

Todo esto se hace con el fin de mitigar las problemáticas que se presenta en la carrera pues el tema de Cloud no está siendo abordado con profundidad y en consecuencia los estudiantes no tienen la preparación idónea para realizar procesos de despliegue.

El despliegue de aplicaciones es una parte fundamental para la construcción de aplicaciones pues de nada sirve crear una aplicación que tenga una funcionalidad eficiente, si no se hace un correcto despliegue donde se integren las tecnologías con las que se construyó la aplicación y pueda ser presentada al público.

La tecnología de Cloud Computing está en auge en el mundo laboral, pues significa disminución de costos y esfuerzos para realizar despliegue de aplicaciones. La importancia de esta investigación radica entonces, en el impacto social que puede generar brindar las guías al mejorar las habilidades en despliegue de los estudiantes y futuros profesionales.

## 1.5. OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos que se pretende alcanzar con el desarrollo del presente proyecto.

### 1.5.1. General

Mejorar los conocimientos de los estudiantes de la escuela de ingeniería de sistemas y computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a través de la construcción de un material académico de sobre el despliegue en la nube de una aplicación real que involucre tecnologías de bases de datos relacionales y almacenamiento de archivos de información

### 1.5.2. Específicos

- Identificar línea base de las temáticas, para que el estudiante conozca el proceso en el despliegue de aplicaciones en la nube.
- Caracterizar los proveedores líderes de Cloud pública con base a estadísticas confiables (como el cuadrante mágico de Gartner de servicios Cloud), enfocando a: tecnologías de bases de datos relacionales, almacenamiento de archivos de información, interoperabilidad y costos.
- Seleccionar el proveedor de Cloud, basado en la caracterización, que brinde servicios de acceso especializados en: tecnologías de bases de datos relacionales, almacenamiento de archivos de información.
- Construir una aplicación ejemplo donde convergen tecnologías de: bases de datos relacionales, almacenamiento de archivos de información e interoperabilidad; con el fin de utilizarla como ejemplo en el despliegue sobre el servidor Cloud seleccionado.

- Diseñar el material instructivo basado en la aplicación ejemplo que cubra los tópicos identificados para el mejoramiento de conocimientos en la operacionalización del despliegue de una aplicación con servicios Cloud.
- Medir la eficiencia del material instructivo construido en el mejoramiento de conocimientos en el despliegue en la nube de aplicaciones a través de una prueba piloto aplicada a los estudiantes de la escuela de ingeniería de sistemas y computación de la UPTC sede Tunja.

### 1.6. Estrategias de solución

Para abordar la problemática encontrada, se plantea realizar un estudio de la actualidad del Cloud Computing con la ayuda de expertos en el tema, desde el ámbito educativo y profesional; quienes responderán a una serie de encuestas basadas en un método de recolección de datos de forma cualitativa con el fin de obtener información, para identificar los criterios mínimos aceptables en el despliegue de una aplicación eficiente en Cloud desde los perfiles de proveedor y desarrollador.

Una vez identificados los criterios mínimos se van a realizar pruebas a los proveedores y a algunos estudiantes que decidan ser partícipes del experimento. Los servidores que serán objetivo de estudio serán seleccionados de acuerdo con clasificaciones ya avaladas por entes especializados en el tema de Cloud Computing, dichas pruebas se orientan a los servicios de procesamiento, tecnologías de bases de datos relacionales, almacenamiento de archivos de información e interoperabilidad. A los estudiantes se les hará una serie de preguntas tipo encuesta y se les entrega una serie de pruebas que serán desarrolladas por ellos para determinar su nivel de conocimiento en el tema.

Teniendo ya la experiencia de las pruebas, se les entrega una aplicación de prueba que utilice tecnologías de almacenamiento de archivos y manejo de base de datos junto con unas guías base que les servirá de orientación en la actividad. El objetivo es identificar el esfuerzo requerido y tiempo de desarrollo en el ejercicio después de tener un acercamiento y guías en el despliegue de aplicaciones y servicios en Cloud, para esto además de la observación directa en los estudiantes en los ejercicios se aplica una nueva encuesta donde se puede identificar las mejoras en sus conocimientos al haber completado las pruebas.

Cumpliendo esto se hace un consolidado con lo positivo que resulte de estos experimentos, se genera una guía beneficiosa para los estudiantes de Ingeniería de Sistemas y computación de la universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

## 2. MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se presenta el marco referencial de la investigación, en el cual se ubica la contextualización que incluye el marco teórico y conceptual que fundamenta esta investigación, un marco tecnológico en el cual se refieren los recursos o herramientas tipo tecnológicas empleadas durante el desarrollo de la investigación.

También se presenta el estado del arte donde se presenta una actualidad de Cloud Computing.

### 2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

En la contextualización se presentas las teorías y los conceptos que son necesarios tener en conocimiento para seguir la evolución de la investigación

#### 2.1.1. Marco teórico

El marco teórico presentado facilita conocer las teorías y definiciones que se utilizaron para el desarrollo e interpretación de este estudio.

##### - **Cloud Computing**

El grupo Salesfoce [1] define la computación en la nube (cloud computing) es una tecnología que permite acceso remoto a softwares, almacenamiento de archivos y procesamiento de datos por medio de Internet, siendo así, una alternativa a la

ejecución en una computadora personal o servidor local. En el modelo de nube, no hay necesidad de instalar aplicaciones localmente en computadoras.

Cloud Computing busca ofertar servicios a través de la conectividad y gran escala de Internet. De esta manera democratiza el acceso a recursos de software de nivel internacional. La disposición en diferentes lugares es lo que diferencia al Cloud Computing de ser simplemente outsourcing y de modelos de proveedores de servicios de aplicaciones más antiguos. Ahora, las pequeñas empresas pueden acceder a la tecnología avanzada de manera escalable.

La computación en la nube la capacidad de un “pool” de recursos de computación con mantenimiento, seguro, de fácil acceso y bajo demanda, como servidores, almacenamiento de datos y solución de aplicaciones. Eso garantiza a las organizaciones mayor flexibilidad en relación con su información, que tiene disponibilidad 24/7, siendo esencial para empresas con sedes alrededor del mundo o en distintos ambientes de trabajo. Con una fácil gestión, los elementos de software de Cloud Computing pueden ser dimensionados bajo demanda, donde lo único necesario es la conexión a la web.

#### - **Proveedor Cloud**

Los proveedores de nube son empresas que proporcionan infraestructura, plataformas y software a través de una red. El grupo RedHat [2] nos dice que por lo general los servicios se agrupan en nubes, que son consolidados de recursos virtuales organizados con software de gestión y automatización. Es así, que los usuarios acceden a estos recursos virtuales cuando quieran, mediante el uso de plataformas con sistemas de escalado automático y asignación dinámica de

recursos. Los proveedores de Cloud ofrecen servicios computacionales accesibles y que serían bastante costosos adquirir por propia cuenta.

#### - **Modelo de Servicio Cloud**

Los servicios de Cloud Computing se basan en tecnología a través de Internet. Para ser más precisos, el modelo de prestación de servicios de tecnología a través de Internet se caracteriza por ser escalable y flexible, ya que se trata de servicios a demanda: tiempo de procesamiento, espacio en almacenamientos, usuarios de aplicaciones, etc.

La modalidad de servicios de Cloud Computing implica un cambio importante del paradigma informático, representado por la transformación del esquema donde la infraestructura y las aplicaciones de un entorno instalado y administrado por las organizaciones, pasa a otro donde un tercero confiable les brinda a las compañías su capacidad de infraestructura y servicios. [3]

#### - **Modelos de despliegue Cloud**

A través del portal Educando [4] se sabe que los modelos de implementación de Cloud permiten en forma ubicua, favorable y distribuida, el acceder bajo demanda, a una gran variedad de recursos computacionales los cuales se pueden configurar como: redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones, servicios, entre otros; que se pueden aprovisionar rápidamente y generar un esfuerzo mínimo de gestión e interacción con el proveedor de servicios.

## - **Medidas de calidad**

Según Bello, Claudia; Ribas, Dayana; Suárez, Eniel; Calvo, José [5] una de las maneras de medir la calidad es de forma subjetiva donde unos expertos analizan la muestra calificándola dentro de una escala establecida previamente, y de manera objetiva donde se obtiene un valor equivalente a la calidad de la muestra de manera automática. Las pruebas subjetivas son quizás los métodos más confiables para determinar la calidad, sin embargo, requieren gran cantidad de tiempo y de recursos, por lo que no son apropiadas para aplicar en sistemas en los que se quiera.

Otra forma es de calidad objetiva la cual para que sea válida es necesario que esté correlacionada con las medidas subjetivas, por esta razón varios métodos se han orientado a desarrollar medidas objetivas que modelen varios aspectos del sistema auditivo del hombre, que es el ejecutor de la medida subjetiva.

## - **VM (Virtual Machines o Máquinas Virtuales)**

Una máquina virtual es un software que crea una capa independiente donde se emula el performance de un ordenador real con todos los componentes de hardware que necesita para funcionar (disco duro, memoria RAM, tarjetas de red, tarjeta gráfica, etc.) y que puede ejecutar cualquier sistema operativo o programa, tal y como lo haría un ordenador real. Esto es lo que nos dice Rubén [6] . Toda esta emulación se encapsula en una serie de archivos que actúan como contendor desde el que se ejecuta la máquina virtual en una ventana de tu ordenador como si de un programa más se tratara y sin que nada de lo que suceda en el interior de esa ventana afecte al ordenador que la ejecuta.

Se pueden ajustar las características del hardware para hacerlo compatible con el sistema operativo que vayas a usar en esa máquina virtual. Es decir, aunque tu hardware real no sea compatible con un determinado sistema operativo, el de una máquina virtual que se ejecute en ese ordenador sí puede serlo.

#### - **Sistema Operativo**

Un Sistema Operativo (SO), según Vasquéz [7] es el software básico de una computadora que provee una interfaz entre el resto de las aplicaciones del computador, los dispositivos hardware y el usuario.

En sistemas grandes, la responsabilidad del SO es mayor, asegurando que los programas y usuarios que están funcionando al mismo tiempo no interfieran entre ellos. El sistema operativo también es responsable de la seguridad, asegurándose de que los usuarios no autorizados no tengan acceso al sistema.

#### - **Clúster**

Rodríguez, Ismael; Pettoruti, José; Chichizola, Franco; De Giusti, Armando [8] aclaran que es un cluster, definiéndolo como un sistema de procesamiento paralelo que esta compuesto por un conjuntos de máquinas computacionales interconectadas mediante algún tipo de red, que cooperan configurando un recurso que se ve como único e integrado, más allá de la distribución física de sus componentes. Cada procesador puede tener diferente hardware y sistema operativo,

e incluso puede ser un multiprocesador, en cuyo caso se lo conoce como clúster de multicore.

#### - **Grid**

Un Grid es definido como un sistema distribuido que permite seleccionar, compartir e integrar recursos autónomos geográficamente distribuidos. Un Grid es una configuración colaborativa que se puede adaptar dinámicamente según lo requerido por el usuario, la disponibilidad y potencia de cómputo de los recursos conectados. [8]

#### - **Servicio de Cloud**

Los servicios en la nube son servicios que se utilizan a través de Internet. Es decir, no están físicamente instalados en tu ordenador. Se trata de un nuevo paradigma que surgió con el advenimiento de la World Wide Web. Antes de que apareciera la nube, todos los programas informáticos se instalaban en el ordenador. Los servicios en la nube son programas que se alojan en un servidor accesibles desde cualquier dispositivo conectado a Internet.

Las ventajas de este tipo de servicios son evidentes, ya que su uso no está restringido a un solo equipo informático y la seguridad, capacidad de almacenamiento y recursos de la nube son mayores que los de un ordenador. [9]

- **Método de análisis de decisión**

Los métodos de análisis de decisión buscan evaluar alternativas complejas en términos de valores. El análisis de decisiones aporta información sustancial sobre las diferencias entre las alternativas definidas, y genera sugerencias de nuevas y mejores alternativas. Al usar números en la cuantificación de valores e incertidumbres subjetivas, permite comprender la situación de decisión. Los resultados numéricos deben reconvertirse para generar información cualitativa.

En la actualidad, según Hossein Arsham [10] junto con la cantidad de Información, la Incertidumbre y el Riesgo, se requiere un marco racional para la toma de decisiones. Las metas del análisis de decisiones son las siguientes: incorporar orientación, información, discernimiento y estructura al proceso de toma de decisión, para que ésta pueda ser mejor y más "racional".

- **Patrón de arquitectura**

Los patrones arquitectónicos, o patrones de arquitectura, también llamados arquetipos, según la corporación WEB & APPS [11] ofrecen soluciones a problemas de arquitectura de software en ingeniería de software. Se da una descripción de los elementos y el tipo de correlación junto con un conglomerado de restricciones sobre su uso. Un patrón arquitectónico brinda un esquema de organización estructural esencial para un sistema de software, que consta de subsistemas, sus responsabilidades e interrelaciones. En comparación con los patrones de diseño, los patrones arquitectónicos tienen un nivel de abstracción mayor.

## - **Framework de desarrollo**

El concepto framework se emplea en muchos ámbitos del desarrollo de sistemas software, no solo en el ámbito de aplicaciones Web. Se puede encontrar frameworks para el desarrollo de aplicaciones médicas, de visión por computador, para el desarrollo de juegos, y para cualquier ámbito que pueda ocurrir.

En general, con el término framework, para Javier Gutiérrez [12] es una estructura software integrada por componentes personalizables e intercambiables para el desarrollo de una aplicación. En otras palabras, un framework se puede considerar como una aplicación genérica incompleta y configurable a la que podemos añadirle las últimas piezas para construir una aplicación concreta.

## - **Sistema gestos de base de datos (SGBD)**

Un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) o DataBase Managenent System (DBMS) es un sistema que permite la creación, gestión y administración de bases de datos, así como la elección y manejo de las estructuras necesarias para el almacenamiento y búsqueda de información del modo más eficiente posible. [13]

En la actualidad, existen multitud de SGBD y pueden ser clasificados según la forma en que administran los datos en:

- Relacionales (SQL)
- No relacionales (NoSQL)

## - **Servidor**

Según la guía digital [14] el término servidor tiene dos significados en el ámbito informático. El primero hace referencia al ordenador que pone recursos a disposición a través de una red, y el segundo se refiere al programa que funciona en el ordenador. En consecuencia, aparecen dos definiciones de servidor:

- Definición Servidor (hardware): un servidor basado en hardware es una máquina física integrada en una red informática en la que, además del sistema operativo, funcionan uno o varios servidores basados en software.
- Definición Servidor (software): un servidor basado en software es un programa que ofrece un servicio especial que otros programas denominados clientes (clients) pueden usar a nivel local o a través de una red. El tipo de servicio depende del tipo de software del servidor. La base de la comunicación es el modelo cliente-servidor y, en lo que concierne al intercambio de datos, entran en acción los protocolos de transmisión específicos del servicio.

## - **Protocolo de Transferencia de datos**

Una vez establecida la base de la comunicación por parte de los protocolos de la capa de enlace, se requieren otros protocolos que permitan que los paquetes de datos lleguen a las aplicaciones correspondientes, es decir, los protocolos de

transferencia de datos. Partiendo del modelo OSI<sup>4</sup>, este proceso se lleva a cabo en la capa de transporte o capa 4. [15]

#### - **Toma de decisiones multicriterio**

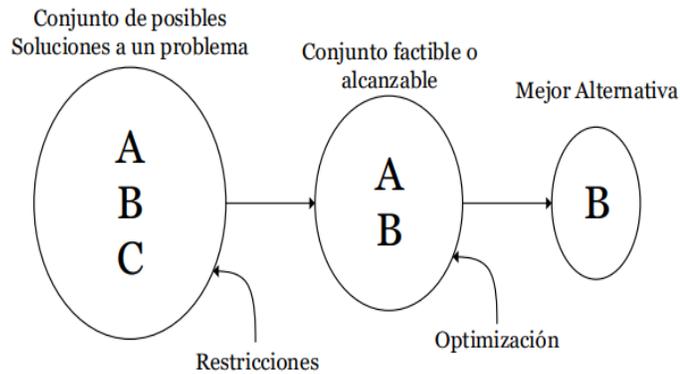
Para Bernal, Sergio; Niño, Daniel Felipe [16] un proceso de toma de decisiones consiste en la elección de la mejor alternativa entre un conjunto de posibles soluciones, un enfoque tradicional dice que la existencia de un determinado grupo de restricciones generadas por las limitaciones en recursos, donde el valor de las variables de decisión que satisfacen estas restricciones constituyen lo que se denomina el conjunto factible o alcanzable, este conjunto puede ser continuo cuando existen infinitas soluciones factibles o discreto cuando se cuenta con un número finito de soluciones factibles.

Para determinar la mejor alternativa se define una función de criterio que refleja adecuadamente las preferencias o deseos de cada uno de los. Esto requiere de un proceso dividido en dos fases, en la primera a partir de una información técnica se concreta lo que es posible, mientras que en la segunda los juicios preferenciales de un grupo de decisores definen lo mejor.

Esta función de criterio también conocida como función de utilidad o función de valor, asocia un número real a cada solución factible, que posteriormente se optimiza mediante técnicas matemáticas.

---

<sup>4</sup> OSI: Open Systems Interconnection, o sea, "Interconexión de Sistemas Abiertos"



*Figura 1. Paradigma tradicional de optimización.*

Fuente: MODELO MULTICRITERIO APLICADO A LA TOMA DE DECISIONES REPRESENTABLES EN DIAGRAMAS DE ISHIKAWA [16]

#### - **Cloud Testing**

El Cloud Testing, para Emanuele Carisio [17] brinda múltiples beneficios en Cloud aplicados a las pruebas: almacenamiento ilimitado, disponibilidad rápida de la infraestructura, escalabilidad, flexibilidad. Todo esto permite reducir el tiempo y los costos de performance de las pruebas de grandes aplicaciones.

Además, el Cloud Testing ofrece la capacidad de simular casos reales de usos por parte de usuarios geográficamente distribuidos, con una gran variedad de escenarios, y a escalas que no se pueden alcanzar en los entornos de prueba tradicionales.

El Cloud Testing nos puede ayudar si a la hora de realizar nuestras pruebas nos afecta alguno de los problemas siguientes:

- Disponemos presupuesto de prueba limitado.
- Necesitamos cumplir con fechas de entregas estrictas.
- Tenemos que hacer frente a altos costes por prueba.
- Existencia de una gran cantidad de casos de prueba.
- Poca o ninguna reutilización de pruebas.
- Nuestros equipos de desarrollo están dispersos geográficamente.
- Necesitamos asegurar la continuidad del servicio durante las pruebas.

### 2.1.2. Marco conceptual

El marco conceptual presentado facilita conocer los conceptos que se utilizaron para el desarrollo e interpretación de este estudio.

#### - IaaS

Rackspace [17] nos dice que la infraestructura como servicio (IaaS) es un método para ofrecer funcionalidades de computación, almacenamiento, redes y de otros tipos a través de Internet. La IaaS permite a las empresas utilizar sistemas de funcionamiento, aplicaciones y almacenamiento basados en la web sin tener que comprar, administrar y brindar soporte a la infraestructura de nube subyacente.

#### - PaaS

Plataforma como servicio (PaaS), según Azure [18], es un entorno de desarrollo e implementación completo en la nube, que permite brindar desde aplicaciones

sencillas basadas en Cloud hasta aplicaciones empresariales sofisticadas habilitadas para la nube.

Al igual que IaaS, PaaS incluye infraestructura (servidores, almacenamiento y redes), pero también incluye middleware, herramientas de desarrollo, servicios de inteligencia empresarial (BI), sistemas de administración de bases de datos, etc. PaaS está diseñado para sustentar el ciclo de vida completo de las aplicaciones web: compilación, pruebas, implementación, administración y actualización.

PaaS permite evitar el gasto y la complejidad que suponen la compra y la administración de licencias de software, la infraestructura de aplicaciones y el middleware subyacentes, los orquestadores de contenedores como Kubernetes, o las herramientas de desarrollo y otros recursos. Usted administra las aplicaciones y los servicios que desarrolla y, normalmente, el proveedor de servicios en la nube administra todo lo demás.

#### - **SaaS**

Para Watchity [19] un servicio SaaS (Software as a Service) es un modelo de distribución de software alojado y administrado desde los servidores del proveedor, al cual se puede acceder a través de Internet, por lo que no es necesaria su configuración en un ordenador.

El mantenimiento y soporte de este tipo de servicios es realizado por los ingenieros de producto y por el equipo de customer success del proveedor, de esta manera el usuario se puede despreocupar de instalar cualquier tipo de actualización.

- **Cloud pública**

Azure [20] que es un ejemplo de Cloud público dice que es la forma más común de implementar la informática en Cloud. Los recursos como: servidores y almacenamiento; son propiedad de otro proveedor de servicios en la nube, que los administra y ofrece a través de Internet. Con una nube pública, el hardware, software y demás componentes de la infraestructura relacionada son propiedad del proveedor de nube, que también los administra. En una nube pública, utiliza el mismo hardware, almacenamiento y dispositivos de red con otras organizaciones. Accediendo a los servicios y su administración a través de un explorador web. Con frecuencia, las implementaciones de nube pública se usan para proporcionar correos electrónicos web, aplicaciones en línea, almacenamiento, y entornos de desarrollo y prueba.

-

- **Cloud privada**

Azure [20], asegura que una nube privada está compuesta por recursos informáticos que utiliza exclusivamente una empresa u organización. La nube privada puede ubicarse físicamente en el centro de datos local de su organización u hospedarla un proveedor de servicios externo. Sin embargo, en una nube privada, los servicios y la infraestructura siempre se mantienen en una red privada, y el hardware y software se dedican únicamente a su organización. De esta forma, una nube privada puede lograr que una organización pueda personalizar de forma más sencilla sus recursos para cumplir requisitos específicos de TI. Las nubes privadas suelen usarlas agencias gubernamentales, instituciones financieras y cualquier organización mediana o grande que realice operaciones esenciales para la empresa y busque aumentar el control sobre su entorno.

## - **Cloud híbrida**

Las nubes híbridas, que suelen llamarse "lo mejor de ambos mundos", combinan infraestructura local (o nubes privadas) con nubes públicas, de modo que las organizaciones puedan beneficiarse de las ventajas de ambas. En una nube híbrida, los datos y las aplicaciones pueden moverse entre nubes privadas y públicas para obtener más flexibilidad y opciones de implementación. Por ejemplo, puede usar la nube pública para satisfacer necesidades de gran volumen con menor seguridad, como un correo electrónico web, y la nube privada (u otra infraestructura local) para operaciones confidenciales esenciales para la empresa, como los informes financieros. Para Azure [20] en una nube híbrida, también es una opción la "ampliación en la nube".

## - **AWS (Amazon Web Services)**

Amazon Web Services (AWS) es una plataforma de servicios de nube que ofrece potencia de cómputo, almacenamiento de bases de datos, entrega de contenido y otra funcionalidad para ayudar a tu negocio a escalar y crecer; además de ser mucho más segura que un servidor físico. Millones de empresas en el mundo ya aprovechan los productos y soluciones de la nube de AWS.

Amazon Web Services proporciona un amplio conjunto de servicios de infraestructura; por ejemplo, útiles para la potencia de cómputo, las opciones de almacenamiento, redes y bases de datos que están disponibles en un solo lugar: bajo demanda, disponibles en cuestión de segundos, y lo mejor de todo, pagando solo por lo que utilizas.

Desde el almacenamiento de datos a las herramientas de implementación, y también, desde los directorios a la entrega de contenido, AWS dispone de más de 50 servicios a solo un clic; estos servicios se aprovisionan rápidamente y sin gastos por adelantado, para que empresas, startups, pequeñas y medianas empresas y clientes en general tengan acceso a los elementos básicos que necesitan para responder con rapidez. [21]

#### - **GCP (Google Cloud Platform)**

Google Cloud Platform [22], es una suite que contiene diversos servicios que funcionan en la misma infraestructura que utiliza Google de manera interna, por ejemplo, con servicios como Youtube o Google Search. El conjunto de herramientas que proporciona la suite abarca Cloud Computing, Networking, Data Storage, Data Analytics, Machine learning, etc.

Cloud Platform provee los productos, servicios y herramientas para poder diseñar, realizar testing y lanzar las aplicaciones en la plataforma garantizando una gran escalabilidad y seguridad gracias al diseño de la infraestructura proporcionada por Google.

Esta infraestructura se divide en regiones y zonas. Al trabajar en distintas regiones se debe tener en cuenta el coste adicional para el tráfico de red entre éstas. Este enlace contiene información más detallada sobre este tema.

## - **Microsoft Azure**

Sergio Mondenero [23] nos dice que microsoft Azure es una nube pública de pago por uso de servicios, que permite almacenar datos y usar aplicaciones de manera online, a través de una red global de centros de datos de Microsoft. Garantiza la disponibilidad de la nube para cualquier usuario en la Red, ya que tiene repartidos centros de datos en todo el mundo. En la actualidad, Azure está presente en 54 regiones del planeta y otras 6 que vienen de camino, incluyendo ya a 140 países en todo el mundo.

A raíz de los servicios que ofertaba la competencia, amplió los suyos propios hasta ser una de las empresas punteras dedicadas al Cloud Computing. Cuenta con servicios tanto Paas como Iaas (Infraestructura como Servicio), pensado en gran parte para las grandes empresas y las PYMES. No obstante, también dispone de servicios Saas (Software como Servicio), que siguen gozando de gran popularidad en la Red.

## - **Rackspace**

La nube de Rackspace fue lanzada originalmente en marzo de 2006 y te ofrece un servicio de almacenamiento en línea ilimitado incluyendo copias de seguridad, archivos de vídeo, contenido de varios usuarios en una base informática de servicios. Este es un servicio similar al de Dropbox, pero con la capacidad de cargar archivos ilimitados de hasta 10 GB.

Todo esto facilita la colaboración segura, recuperación de desastres y acceso a datos. Además de compartir documentos y sincronizaciones sin costo o mantenimiento de un servidor de archivos. También puedes programar copias de seguridad automáticas de archivos y acceder a tus datos críticos en cualquier momento y en cualquier lugar. [24]

- **IBM Cloud**

Basada en los proyectos de código abierto más populares del mundo, IBM [25] Cloud es una plataforma que permite a los desarrolladores crear y ejecutar aplicaciones y servicios modernos. Proporciona a los desarrolladores acceso instantáneo a los sistemas y servicios que necesitan: móviles, Internet de las cosas, Watson, etc.

IBM y VMware han unido fuerzas para simplificar el proceso. Con nuestras herramientas y tecnología, podrá extender fácilmente sus cargas de trabajo VMware de su entorno en local a IBM Cloud. La configuración se realiza en horas, en lugar de semanas. La infraestructura de IBM Cloud y VMware le permite integrar, extender o migrar sus cargas de trabajo locales a recursos cloud globales de alto rendimiento. Amplíe fácilmente la capacidad de VMware en todo el mundo on demand y contrólela con el mismo panel de control de gestión de VMware que ya utiliza su equipo.

- **NIST (National Institute of Standards and Technology)**

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) [26], conocido entre 1901 y 1988 como el National Bureau of Standards (NBS), es un laboratorio de medición

de los niveles que es una agencia sin fines de regulación de los Estados Unidos Departamento de Comercio. Su objetivo primordial es:

*“Promover la innovación de EE. UU. y la competitividad industrial mediante la mejora de ciencia de la medición, los estándares y la tecnología en formas que mejoren la seguridad económica y mejorar nuestra calidad de vida.”*

NIST emplea a cerca de 2.900 científicos, ingenieros, técnicos y personal de apoyo y administrativo. Cerca de 1.800 asociados NIST (investigadores invitados e ingenieros de las empresas estadounidenses y las naciones extranjeras) complementar el personal. Además, los socios del NIST con 1.400 especialistas en fabricación y el personal de cerca de 350 centros afiliados en todo el país. NIST publica el Handbook 44 que proporciona las "Especificaciones, tolerancias y otros requisitos técnicos para el pesaje y medición".

-

- **SMI (Service Measurement Index)**

El Consorcio de Iniciativa de Medición de Servicios en la Nube (CSMIC) [27] se formó para abordar la necesidad de medidas aceptadas mundialmente para determinar los beneficios y riesgos de los servicios de Cloud. Un equipo global está desarrollando un marco de medición estándar, llamado Índice de medición de servicio (SMI). SMI implica la aplicación de medidas consistentes y significativas que están diseñadas para permitir la comparación de los servicios actuales basados en la nube con servicios no en la nube o servicios en la nube disponibles de múltiples proveedores. Las características de los servicios en la nube donde las medidas se están documentando y probando incluyen: responsabilidad, agilidad, garantía, finanzas, rendimiento, seguridad y privacidad, y usabilidad. El SMI abordará un total de 51 atributos. Dadas las preocupaciones en la literatura y la prensa popular sobre las capacidades del proveedor, el costo, la seguridad y la privacidad de los datos y

la pérdida de datos, así como la flexibilidad que promete pasar a los servicios en la nube, este documento proporciona ejemplos de medidas para estos atributos.

- **QoS (Quality of Service)**

El QoS, o Calidad de Servicio, para William Pandini [28] es un conjunto de mecanismo que asegura el desempeño de aplicaciones críticas. Su concepto se basa en que los accesos a red no deben ser tratados de forma igualitaria, posibilitando priorizar tráficos específicos.

De esta forma, una parte de la conexión puede reservarse para que determinados tipos de sitios o aplicaciones tengan acceso prioritario. También existen otros protocolos y algoritmos que se pueden utilizar para mejorar la administración de recursos de Internet, potenciando la experiencia obtenida con la aplicación de QoS.

- **SLA (Service Level Agreement)**

Un acuerdo de nivel de servicio (service level agreement, SLA) es un contrato entre un proveedor de servicios y sus que deja en papel qué servicios proporcionará el proveedor y define los estándares de servicio que el proveedor está obligado a cumplir.

Margaret Rouse [29] , dice que los proveedores de servicios necesitan SLAs para ayudarlos a administrar los límites de los clientes y definir las circunstancias en las que no es su responsabilidad interrupciones o problemas de rendimiento. Los clientes también pueden beneficiarse de los SLA, ya que describen las características de rendimiento del servicio, que pueden compararse con los SLA de

otros proveedores, y también establecen los medios para solucionar los problemas del servicio, por ejemplo, a través de créditos de servicio.

Para un proveedor de servicios, el SLA suele ser uno de los dos acuerdos fundamentales que tiene con los clientes. Muchos proveedores de servicios establecen un acuerdo de servicios maestro para establecer los términos y condiciones generales en los que trabajarán con los clientes.

#### - **IAM (Cloud Identity & Access Management)**

La gestión de identidad y acceso (IAM) para Margaret Rouse [30] es un marco de procesos de negocios, políticas y tecnologías que facilita la gestión de identidades electrónicas o digitales. Con un marco IAM, los gerentes de tecnología de la información (TI) tienen el control de acceso de los usuarios a la información crítica dentro de sus organizaciones. Los productos de gestión de identidad y acceso ofrecen control de acceso basado en roles, que permite a los administradores de sistemas regular el acceso a sistemas o redes en función de los roles de usuarios individuales dentro de la empresa.

Los sistemas utilizados para la gestión de identidad y acceso incluyen sistemas de inicio de sesión único, autenticación multifactor y gestión de acceso privilegiado (PAM). Estas tecnologías también brindan la capacidad de almacenar de forma segura datos de identidad y perfil, así como funciones de gobernanza de datos para garantizar que solo se compartan los datos necesarios y relevantes.

## - **Cloud Storage**

Cloud storage o almacenamiento en la nube [31], para LanceTat, es la posibilidad de almacenar documentos o archivos importantes teniendo la posibilidad de recuperarlos desde cualquier ordenador o dispositivo móvil. Esto es bastante útil si la necesidad de acceder a los trabajos de diseño gráfico, programación web, marketing, redacción, multimedia, entre otros se debe hacer desde distintos puntos. Cuando aparecieron estas soluciones de almacenamiento online, guardar y recuperar tus archivos generó gran facilidades y acoplamiento de trabajo en distintas ramas laborales.

## - **Cloud Performance**

La gestión del rendimiento en la nube es la práctica de evaluar diversas métricas y puntos de referencia para los sistemas en la nube. Se utiliza para determinar qué tan bien está funcionando un sistema en la nube y qué mejoras se pueden hacer al sistema.

En general, la gestión del rendimiento examina el rendimiento real del hardware o un sistema virtual. Analiza cosas como la latencia del sistema, la señalización, el uso de la CPU, el uso de la memoria, la carga de trabajo, etc. Aplicar esto a la nube significa observar cómo se mueven los datos desde la oficina de un cliente u otra ubicación a través de la Web hacia los sistemas de almacenamiento en la nube de un proveedor. También significa observar cómo se clasifica y recupera esa información. [32]

## - Bases de datos en Cloud (DBaaS)

DBaaS, consiste en ofrecer bases de datos como servicio «on-demand», con o sin imagen de máquina virtual y facilitando cargas que residen de manera segura.

En comparación a las bases de datos tradicionales, el modelo DBaaS o Database as a Service, es un servicio en el que la base de datos se ejecuta en la infraestructura física de nuestro proveedor de servicios. En un DBaaS estándar, por ejemplo, el proveedor mantiene la infraestructura física y la base de datos, dejando al cliente administrar el contenido y la operación de la base de datos.

Por otro lado, para el grupo Garutu [33] se puede adquirir un servicio de alojamiento gestionado, en el que el proveedor realiza una gestión integral del mantenimiento y de la base de datos. Esta opción puede ser especialmente atractiva para pequeñas empresas y medianas empresas, que necesitan de una base de datos para almacenar y gestionar su valiosa información, pero que carecen de la experiencia adecuada en TI para poder gestionarla de manera óptima y profesional.

Una vez conocido este tipo de IaaS o Infraestructura como Servicio, es importante también saber diferenciar entre dos tipos:

- Las bases de datos SQL, se tratan de un tipo de base de datos que poseen baja escalabilidad, ya que no fueron nativamente diseñadas para entornos en la nube, aunque los servicios en la nube de base de datos basado en SQL están tratando de hacer frente a este desafío.

- Bases de datos NoSQL. Estas son otro tipo de base de datos que puede ejecutarse en la nube y están diseñadas para servir cargas pesadas de lectura – escritura, siendo capaces de escalar hacia arriba y hacia abajo con facilidad, y por tanto, son más adecuadas para funcionar de forma nativa en la nube. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones actuales se construyen en torno a un modelo de datos SQL, requiriendo con frecuencia una reescritura completa del código de la aplicación.

## - TOPSIS

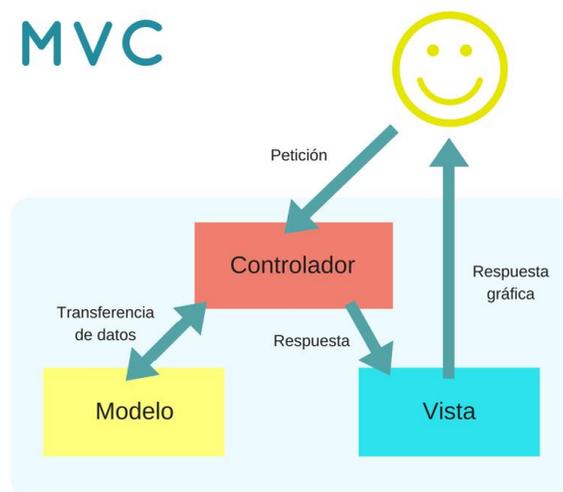
Sergio Bernal y Daniel Felipe Niño [16] afirman que el método TOPSIS se basa en una función de agregación que representa "la cercanía al ideal", que se originó en el método de programación compromiso. Determina una solución con la distancia más corta a la solución ideal y la mayor distancia a la solución ideal negativa.

El método TOPSIS usa la normalización vectorial. El valor normalizado podría ser diferente para diferentes unidades de evaluación (pesos) de un criterio particular. Una versión posterior del método TOPSIS utiliza la normalización lineal que no depende de la unidad de evaluación de un criterio. La alternativa con la clasificación más alta para TOPSIS es la mejor en términos del índice de clasificación, sin embargo, esto no significa que esta alternativa sea la más cercana a la solución ideal.

## - Modelo vista controlador (MVC)

El MVC es un patrón de diseño arquitectónico de software, que sirve para clasificar la información, la lógica del sistema y la interfaz que se le presenta al usuario. Miriam

García [34] aclara que este tipo de arquitectura tiene un sistema central o controlador que gestiona las entradas y la salida del sistema, uno o varios modelos que se encargan de buscar los datos e información necesaria y una interfaz que muestra los resultados al usuario final. Es muy usado en el desarrollo web porque al tener que interactuar varios lenguajes para crear un sitio es muy fácil generar confusión entre cada componente si estos no son separados de la forma adecuada. Este patrón permite modificar cada uno de sus componentes si necesidad de afectar a los demás.



*Figura 2. Arquitectura MVC*

Fuente: MVC (Modelo-Vista-Controlador): ¿qué es y para qué sirve? [34]

#### - **Método Delphi**

Según Astigarraga [35], Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes.

Es decir, el método Delphi procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de cuestionarios sucesivos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima (actualmente es habitual realizarla haciendo uso del correo electrónico o mediante cuestionarios web establecidos al efecto) para evitar los efectos de "líderes". El objetivo de los cuestionarios sucesivos es "disminuir el espacio intercuartil precisando la mediana".

De manera resumida los pasos que se llevarán a cabo para garantizar la calidad de los resultados, para lanzar y analizar la Delphi deberían ser los siguientes:

- Formulación del problema
- Elección de expertos
- Elaboración y lanzamiento de los cuestionarios (en paralelo con la fase 2)
- Desarrollo práctico y explotación de resultados

Una forma de ver gráficamente el modelo delphi. Es propuesta por Pablo López [36], donde desglosa un poco las fases presentadas por Astigarraga.



*Figura 3. Método Delphi*

Fuente: ¿Qué es el método Delphi? Aplicación y usos [36]

### 2.1.3. Marco Tecnológico

En este apartado se describe la función que cumplen las tecnologías de desarrollo y despliegue en Cloud.

#### - **Angular**

Victor Robles [37] , dice que, Angular es un framework de desarrollo para JavaScript creado por Google. La finalidad de Angular es facilitarnos el desarrollo de aplicaciones web SPA y además darnos herramientas para trabajar con los elementos de una web de una manera más sencilla y optima.

Una aplicación web SPA creada con Angular es una web de una sola página, en la cual la navegación entre secciones y páginas de la aplicación, así como la carga de datos, se realiza de manera dinámica, casi instantánea, asincrónamente haciendo llamadas al servidor (backend con un API REST) y sobre todo sin refrescar la página en ningún momento. Es decir, las aplicaciones web que podemos hacer con Angular son reactivas y no recargan el navegador, todo es muy dinámico y asíncrono con ajax.

#### - **NodeJS**

Node.js es un entorno JavaScript de lado de servidor que utiliza un modelo asíncrono y dirigido por eventos.

Jean Carlos Mariño [38] asegura que es una máquina virtual tremendamente rápida y de gran calidad escrita por gente como Lars Bak, uno de los mejores ingenieros

del mundo especializados en VMs(Virtual Machines). Sin olvidar que V8 es actualizado constantemente y es uno de los intérpretes más rápidos que puedan existir en la actualidad para cualquier lenguaje dinámico. Además, las capacidades de Node.js para I/O (Entrada/Salida) son realmente ligeras y potentes, dando al desarrollador la posibilidad de utilizar a tope la I/O del sistema.

Node soporta protocolos TCP, DNS y HTTP. Y fue creado por Ryan Dahl en 2009 y su evolución está apadrinada por la empresa Joyent que además tiene contratado a Dahl.

Uno de los puntos fuertes de Node.js es su capacidad de mantener muchas conexiones abiertas y esperando. En Apache por ejemplo el parámetro MaxClients por defecto es 256. Este valor puede ser aumentado para servir contenido estático.

## - **MySQL**

MySQL, es un sistema de gestión de base de datos relacional o SGBD. Este gestor de base de datos es multihilo y multiusuario, lo que le permite ser utilizado por varias personas al mismo tiempo, e incluso, realizar varias consultas a la vez, lo que lo hace sumamente versátil.

Nació como una iniciativa de Software Libre y aún sigue ofreciéndose como tal, para usuarios particulares. Pero si se desea utilizarlo para promover datos en una empresa, se puede comprar una licencia, como un software propietario, que es autoría de la empresa patrocinante (Actualmente Oracle Corporation).

La mayor parte del código se encuentra escrito en lenguaje C/C++ y la sintaxis de su uso es bastante simple, lo que permite crear bases de datos simples o complejas con mucha facilidad. Además, es compatible con múltiples plataformas informáticas y ofrece una infinidad de aplicaciones que permiten acceder rápidamente a las sentencias del gestor de base de datos. [39]

#### - **FileZilla**

FileZilla es el nombre de un programa, según neoAttack [40] es un software de vital importancia para las compañías que necesitan alojar y compartir archivos en Internet. Se trata de una herramienta pensada para aprovechar los protocolos FTP, lo que permite la descarga y el envío de archivos a gran velocidad a través de un servidor dedicado o compartido.

Es un software de código abierto, lo que implica que su descarga es totalmente gratuita y que incluso puede modificarse para ajustarse a las necesidades de cada consumidor, siempre y cuando no se haga con fines lucrativos. Por su nombre, son muchos los que lo relacionan de un modo u otro con Mozilla, pero ambos tienen procedencias completamente diferentes.

#### - **Windows Server**

Windows Server es una distribución de Microsoft para el uso de servidores. Está desarrollado en el lenguaje de programación C++ y Asembler. Se trata de un sistema multiproceso y multiusuario que a día de hoy utilizan millones de empresas de todo el mundo gracias a las características y ventajas que ofrece.

La primera versión del sistema fue Windows 2000 Server, lanzada a principios del nuevo milenio. Fue concebida para ser el servidor de archivos, impresión y web de PYMEs. Una solución extraordinaria para cuando no era necesario contar con un servidor dedicado a cada tarea, pudiendo así tener todo centralizado en un único servidor. Era capaz de soportar hasta cuatro procesadores.

A lo largo del tiempo, Microsoft, poco a poco ha añadido mejoras notables en este sistema Windows Server 2019. La versión más reciente, se adapta de forma precisa a las necesidades del mundo actual [41]. Está enfocado en cuatro grandes claves:

- Sistema híbrido
- Mejor seguridad
- Plataforma de aplicaciones
- Infraestructura de hiperconvergencia.

#### - **Linux Server**

Un servidor Linux es un servidor impulsado por el sistema operativo de código abierto de Linux. Ofrece a las empresas una opción de bajo costo para entregar contenido, aplicaciones y servicios a sus clientes. Debido a que Linux es de código abierto, los usuarios también reciben beneficios de una sólida comunidad de recursos y abogados.

Cuando utiliza los servicios de un proveedor para hospedar o administrar su servidor Linux, podemos combinar los servicios de servidor, almacenamiento y red para crear una solución integrada que cubra sus necesidades. [42]

## - **Apache**

Apache es un software de servidor web gratuito y de código abierto con el cual se ejecutan el 46% de los sitios web de todo el mundo. El nombre oficial es Apache HTTP Server, y es mantenido y desarrollado por la Apache Software Foundation.

Les permite a los propietarios de sitios web servir contenido en la web, de ahí el nombre de “servidor web”. Es uno de los servidores web más antiguos y confiables, con la primera versión lanzada hace más de 20 años, en 1995.

Cuando alguien quiere visitar un sitio web, ingresa un nombre de dominio en la barra de direcciones de su navegador. Luego, el servidor web envía los archivos solicitados actuando como un repartidor virtual.

Aquí en Hostinger, nuestra infraestructura de hosting web utiliza Apache en paralelo con NGINX, que es otro software popular de servidor web. Esta configuración particular nos permite obtener lo mejor de ambos mundos. Esto mejora en gran medida el rendimiento del servidor al compensar los lados más débiles de un software con las fortalezas del otro. [43]

## 2.2. ESTADO DEL ARTE

Para la elaboración del presente estado del arte para el presente proyecto se basa en la metodología “Guías para estado del arte” planteada por Olga Lucía Londoño, Luis Facundo Maldonado Granados, Liccy Catalina Calderón Villafáñez publicado por “International Corporation of Networkers of Knowledge” [44] y de fuente del ministerio de educación de Perú. Esta metodología se basa en dos fases: heurística y hermenéutica. Lo anterior se aplicará de la siguiente manera:

**Fase Heurística:** el objetivo de esta fase es establecer la estrategia de recolección de información que puede provenir de diferentes fuentes con diversas naturalezas, como, por ejemplo: artículos, blogs, tesis, entre otros; la cual se va a compilar basada en los puntos fundamentales.

Para la selección de la información se definen unos instrumentos para optimizar la recolección de la misma. Gracias a la recopilación se puede categorizar y entender mejor la información dividida en temas, autores, época de publicación, aporte investigativo, origen, es decir, en distintos tópicos que brindan apoyo al investigador. En esta fase, es necesario realizar un proceso de búsqueda de la información, el que, por lo general, consta de seis subfases:

- **Preparatoria o iniciación:** Se debe seleccionar e identificar muy bien e tema de investigación, lo cual hace que el objetivo sea claro y bien definido, sus temas relacionados, que se va a hacer y cómo se va a hacer. La idea central de este paso es:
  - a. Establecer los elementos teóricos que sustentan la construcción de un estado del arte, las fases y su relación.
  - b. Identificar y contextualizar el objeto de estudio

- **Exploración:** Se hace una lectura a profundidad, analizando y comprendiendo el problema para determinar la información requerida para el proceso investigativo.
  
- **Descriptiva:** con base en lo determinado para el proceso de investigación se obtienen los datos pertinentes y se someten a un proceso de revisión, reseña y descripción, es necesario establecer:
  - a. Los referentes disciplinares y teóricos.
  - b. Los autores que los han realizado.
  - c. Las delimitaciones espaciales, temporales y contextuales.
  - d. Los diseños metodológicos utilizados.
  
- **Formulación:** Se crean las ideas base o indicadores, a partir de la información encontrada.
  
- **Recolección:** se hace un consolidado de la información relevante e importante. En esta recolección se usan instrumentos que permiten el registro e identificación de las fuentes de información, así como el acopio de datos o evidencias. Esto facilita el registro de información, la organización y la clasificación de la información de manera eficiente, permiten el procesamiento de la información, siendo un medio bastante útil para el registro técnico de las fuentes de información.
  
- **Selección:** organización del material para determinar si algo falta o se da por terminada la búsqueda.

**Fase Hermenéutica:** El fin de esta fase es con base en la lectura realizar un análisis, interpretación, correlación y clasificación de la información, según el grado de interés y necesidad frente a la investigación. Para esto es necesario realizar el ejercicio de pasar de la información acoplada en los instrumentos, a la síntesis del texto y de la pluralidad del pensamiento a la reflexión crítica sintetizando lo encontrado. Este segundo paso comprende tres subfases:

- **Interpretación:** es proceder al análisis de los documentos por áreas temáticas, lo que permite ampliar el horizonte del estudio generando datos que pueden generar bastante aporte.
- **Construcción teórica:** Se hace una revisión de los temas de búsqueda para enfocarse en la idea principal del proyecto investigativo para determinar su actualidad. Es la construcción del documento que contiene el estado del arte
- **Publicación:** es dar a conocer a la comunidad científica los resultados finales del estado del arte ya consolidado.

Graficando lo anterior, la ruta para construir estados del arte es:



*Figura 4. Ruta para construir estado del arte*

Fuente: GUÍA PARA CONSTRUIR ESTADOS DEL ARTE [44]

### 2.2.1. Fase heurística

Se realiza la búsqueda y compilación de las fuentes de información, las cuales pueden ser de diversas características y naturaleza:

#### 2.2.1.1. *Preparatoria o iniciación*

Debido a que el objetivo de la presente investigación es mejorar los conocimientos de los estudiantes de la escuela de ingeniería de sistemas y computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en el despliegue en Cloud de una aplicación, es necesario tener sólidos conocimientos en Cloud, como qué es, que ofrece, como funciona, y la mayor cantidad de tópicos que pueda desprender. Adicional a esto es bueno entender como se hace un buen proceso de desarrollo de software para que se construya un buen producto y pueda ser desplegado de la mejor calidad posible.

Por lo anterior mencionado es importante hacer una búsqueda de calidad en áreas como ciencias computacionales para entender el funcionamiento de Cloud y como se puede administrar desde el punto tecnológico, ingeniería de software con el fin de entender el proceso de construcción de un software de calidad y para identificar la absorción de Cloud Computing en las empresas y en la vida profesional es bueno hacer una indagación en el ámbito de administración de empresas.

Teniendo esto en cuenta, se debe buscar información relacionada a los proveedores de Cloud. Otro tema que investigar es los estudios realizados sobre despliegue exitoso de aplicaciones en Cloud. Adicional a esto se debe investigar sobre el

proceso necesario de desarrollo de software adecuado para tener un producto de alta calidad y que al ser desplegado funcione de manera correcta y eficiente.

En posteriores fases se definen las fuentes de información para hacer la búsqueda, durante la indagación se debe encontrar examinar respecto a características como autor(es), año de publicación, área, nivel de aporte, entre otros. En seguida se hace un análisis de la información recolectada y se presenta los resultados.

#### **2.2.1.2. Exploración**

La tendencia académica en la realización de proyectos en Ingeniería de sistemas y computación en la universidad pedagógica y tecnológica de Colombia (UPTC) es trabajar las tecnologías de almacenamiento de archivos o storage, bases de datos, y performance de la aplicación por separado, debido a esto no se aborda el tema de despliegue, especialmente en Cloud, como debería hacerse además de no contar con recursos necesarios para realizar las practicas necesarias, generando que en una situación a nivel profesional el ingeniero de sistemas no tendrá la capacidad de hacer un despliegue de aplicación eficiente causando pérdida de credibilidad y confianza en trabajos a desarrollar puesto es probable que se presenten fallas de nivel lógico o fallas en integridad de los datos.

Identificado esto es necesario que, respecto a los proveedores de Cloud como sus características, comparativos entre ellos, tipos de Cloud ofertados, evaluaciones que se les haya hecho, su infraestructura, sus servicios, costos, documentación, entre otros tópicos. En el despliegue de aplicaciones las habilidades requeridas para lograrlo, el cómo ha beneficiado a las empresas que lo han intentado, ventajas y

desventajas de usar Cloud. Además de investigar metodologías de desarrollo de software que pueden ser útiles para el estudiante.

Es necesario detectar cual es el proveedor de Cloud que más se adapte a las condiciones que tiene el estudiante, en costo, performance y en adaptabilidad de uso. No obstante, se debe indagar sobre otros temas como el funcionamiento de los servicios ofertados por el proveedor, y un tema muy importante el SLA (Service Level Agreement o acuerdo de nivel de servicios) que es hasta dónde va la obligación del proveedor y del usuario Cloud.

#### 2.2.1.3. ***Descriptiva***

Para identificar los factores importantes y necesarios en la recolección de información con la que se construye el estado del arte, se establecen unos parámetros para realizar las consultas.

Para realizar las búsquedas se establecen tres áreas en la que se enfocarán las búsquedas en tres áreas del conocimiento, las áreas que se trabajarán son ciencias computacionales, ingeniería de software y administración de empresas. Para las búsquedas se usarán unas palabras claves con las que se pueden encontrar recursos como artículos, blogs, rankings o algún otro tipo de recurso que sea útil en la investigación monográfica que se está desarrollando. Las búsquedas se harán con palabras en inglés, debido a que muchos artículos que se han creado están en este idioma, no obstante, se usarán palabras en español también. Las palabras que serán usadas de acuerdo con sus áreas son:

- Ciencias Computacionales

- Cloud Computing
- Deployment
- Skills
- Characteristics
- Models
- Security
- Services
- Evaluate
- Choose Cloud
- Provider
- Risk
- Education
- Infraestructure
- Comparative
- Top
- Ranking
- Nube
- Ingeniería de software
  - Ingeniería de software
  - Metodologías de desarrollo
  - Software
  - Development

- Applications o aplicaciones
- Despliegue
- Desarrollo ágil
- Administración de empresas
  - Migration
  - Migración
  - Cost o costo
  - Ventajas y desventajas

Se pretende que con estas palabras se encuentren recursos que sean de bastante utilidad para encontrar información relevante en la presente investigación monográfica, además identificar la actualidad del Cloud Computing desde diversos puntos de vista como el empresarial, el laboral y el académico. Para esto se establece una escala cualitativa para catalogar el nivel de aporte del recurso, que se presentan a continuación:

- Ninguno
- Bajo
- Medio
- Alto
- Esencial

Para la presente investigación se seleccionaron como fuentes de información algunas de las bases de datos a disposición de los estudiantes de la UPTC que

sean de áreas tecnológicas y que tienen una gran aceptación a nivel global, las cuales son:

- ◆ IEEE Xplore
- ◆ ScienceDirect
- ◆ Ieee.es
- ◆ Arxiv
- ◆ Dialnet

Adicional a esto, se hace unas búsquedas en otras fuentes que son avaladas por la comunidad investigativa, en la cuáles se pueden encontrar distintos tipos de recursos que pueden hacer aporte a la investigación:

- ◆ Búsquedas Google
- ◆ Sedici
- ◆ EBSCOhost
- ◆ DZone
- ◆ Google académico

#### **2.2.1.4. Formulación**

La finalidad del estado del arte es que como investigador tener las bases sólidas para realizar las pruebas pertinentes a los proveedores, la creación de material para recolectar información que proviene de estudiantes y expertos en el tema de Cloud

para detectar las habilidades requeridas y las posibles mejoras a estas en el despliegue de aplicaciones en Cloud.

La búsqueda está orientada a encontrar estudios en el despliegue de aplicaciones, y como se ha venido trabajando el tema de Cloud a nivel general. Adicional a esto encontrar rankings en los que se catalogue los mejores proveedores de Cloud y realizar pruebas con base en estudios hechos respecto a costo, performance, usabilidad, entre otras características en las que los usuarios pueden basarse en la elección de un proveedor de Cloud.

Respecto a evaluar los niveles de aporte de cada recurso, es necesario hacer un equivalente cualitativo en porcentaje respecto a la calificación asignada de la siguiente manera:

Ninguno	—————>	0
Bajo	—————>	1
Medio	—————>	2
Alto	—————>	3
Esencial	—————>	4

Fundamento en lo anterior se crean los siguientes indicadores para dictaminar el nivel de beneficio que el estado del arte da a la actual investigación:

### **Tasa de aporte de fuente**

$$tasa\ de\ aporte\ de\ fuente = \frac{cantidad\ de\ recursos\ aportados}{total\ de\ recursos\ consultados} * 100$$

*Ecuación 1. Tasa de aporte de fuente*

Fuente: Autor

### Tasa de tipo de recurso

$$tasa\ aporte\ de\ tipo\ de\ recurso = \frac{cantidad\ de\ tipo\ de\ recurso}{total\ de\ recursos\ consultados} * 100$$

*Ecuación 2. Tasa de aporte de tipo de recurso*

Fuente: Autor

### Tasa de recurso por área

$$tasa\ de\ recursos\ por\ área = \frac{cantidad\ de\ recursos\ por\ área}{total\ de\ recursos\ consultados} * 100$$

*Ecuación 3. Tasa de recursos por área.*

Fuente: Autor

### Publicaciones por año

$$publicaciones\ por\ año = \sum_{i=1}^n i$$

*Ecuación 4. Publicaciones por año*

Fuente: Autor

Donde  $i$  es el recurso consultado y  $n$  es el total de recursos consultados y el año de publicación sea igual al que se está evaluando. Esta fórmula se aplica por cada año desde el 2007 a 2019

## Tasa de recursos por año

$$tasa\ de\ recursos\ por\ año = \frac{cantidad\ de\ recursos\ por\ año}{total\ de\ recursos\ consultados} * 100$$

*Ecuación 5. Tasa de recursos por año.*

Fuente: Autor

## Tasa de nivel de aporte

$$tasa\ de\ nivel\ de\ aporte = \frac{recursos\ por\ nivel\ de\ aporte}{total\ de\ recursos\ consultados} * 100$$

*Ecuación 6. Tasa de nivel de aporte*

Fuente: Autor

### 2.2.1.5. **Recolección**

Con lo definido durante la descripción y la formulación se crea una tabla como herramienta de recolección de información (*Anexo 1. tabla\_recoleccion\_EA.xlsx*), donde los datos necesarios por cada recurso son:

- Título
- Investigador
- Área de conocimiento
- Año publicación

- Fecha consulta
- Tipo recurso
- Palabras de búsqueda
- Resumen
- Palabras clave recurso
- Aportes a mi investigación
- Nivel de Aporte
- Fuente Enlace
- Referencia

#### 2.2.1.6. **Selección**

Una vez descrita la información necesaria a recolectar, se hace una revisión de los parámetros de búsqueda, y se determina que son suficientes para realizar una búsqueda apropiada para conocer la actualidad de Cloud y de sus tópicos que son objeto de estudio en esta investigación.

Se determina que los recursos a investigar, para que generé una información sólida, tienen que ser entre 35 y 40.

Con lo ya establecido se procede a hacer la consulta de las distintas fuentes, y como resultado se obtiene una matriz con la información requerida para hacer un análisis de la actualidad del Cloud Computing. (*Anexo 2. Elaboracion\_Estado\_Arte.xlsx*)

### 2.2.2. Fase hermenéutica

Se hace la lectura, análisis, interpretación, correlación y clasificación de la información.

#### 2.2.2.1. Interpretación

Después de recolectada la información los resultados obtenidos de acuerdo a las variables planteadas en la fase anterior se presentan a continuación:

**Total de recursos consultados = 36**

#### Tasas de aporte por fuente

Ejecutando el indicador de la tasa de aporte por fuente los resultados son:

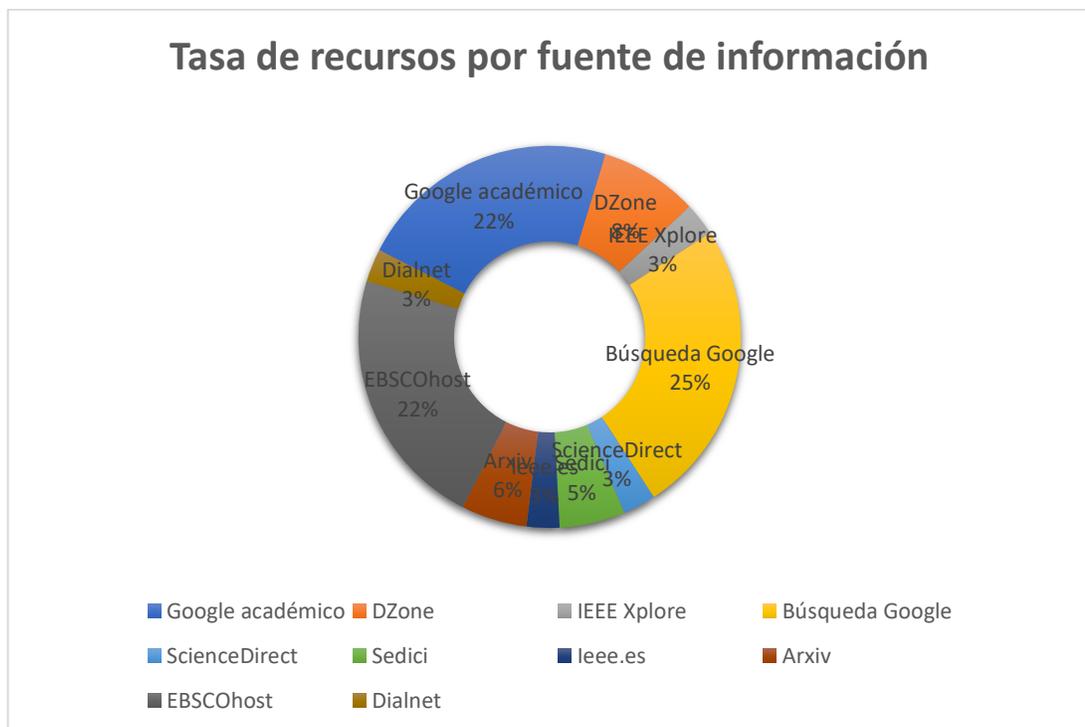
Fuente	Cantidad de recursos aportados	Tasa de aporte (%)
Google académico	8	22,222
DZone	3	8,333
IEEE Xplore	1	2,777
Búsqueda Google	9	25
ScienceDirect	1	2,777
Sedici	2	5,555
ieee.es	1	2,777
Arxiv	2	5,555

EBSCOhost	8	22,222
Dialnet	1	2,777
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

*Tabla 1. Aportes de recursos por fuente.*

Fuente: Autor

A partir de las búsquedas a diversas fuentes se encuentran los anteriores datos permitiendo crear una gráfica donde es detectable el nivel porcentual de aporte de cada una y realizar un análisis de la información. La gráfica es la siguiente:



*Gráfica 1. Tasa de recursos por fuente de información*

Fuente: Autor

A partir de los patrones de búsqueda se hizo la identificación de las fuentes relacionadas en la fase anterior. De las fuentes mencionadas anteriormente el siguiente es el porcentaje de fuentes obtenidas en las mismas:

- El 25% de las consultas provienen de búsquedas de Google.
- En un aproximado del 22% de las consultas provienen de Google académico.
- En un aproximado del 22% de las fuentes identificadas proviene de recursos almacenados en la base de datos EBSCOhost.
- DZone aporta en publicaciones con un aproximado del 8% en la totalidad de la cantidad de recursos consultados.
- Sedici aporta en las fuentes consultadas aproximadamente en un 5%.
- Aproximadamente el 3% de las fuentes corresponde a las provenientes de Elsevier ScienceDirect.
- Aproximadamente un 3% de las fuentes proviene de Dialnet.
- IEEE Xplore aporta aproximadamente en un 3% en las consultas hechas.
- Ieee.es aporta aproximadamente en un 3% en las consultas hechas.
- Arxiv aporta en las fuentes consultadas aproximadamente en un 6%.

Se resalta que la mayoría de los recursos consultados, aproximadamente en un 75%, proviene de bases de datos y/o repositorios que cuentan con la característica de ser fuentes reconocidas a nivel mundial y que contienen una gran variedad de trabajos científicos de alta calidad, por esto, es que las fuentes generan gran tranquilidad en la veracidad de la información consultada.

La fuente que realiza un mayor aporte son las búsquedas en Google, debido a que la tecnología de búsqueda se basa en searchbots o spiderbots que son unos "robots" virtuales que van clasificando cada página relacionada con las palabras de búsqueda encontrado los resultados más compatibles. Adicional a esto Google tiene acceso a una cantidad enorme de información y billones de páginas web.

## Tasas de aporte por tipo de recurso

Ejecutando el indicador de la tasa de aporte por tipo de recurso los resultados son:

Tipo de recurso	Cantidad de recursos aportados	Tasa de aporte (%)
Artículo	23	63,888
Publicación General	1	2,777
Opinión	3	8,333
Noticia	1	2,777
Análisis	5	13,888
Ranking	1	2,777
Blog	2	5,555
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

*Tabla 2. Aporte de recursos por tipo de recurso*

Fuente: Autor

A partir de las búsquedas a diversas fuentes se encuentran recursos de diferentes tipos recolectando los anteriores datos permitiendo crear una gráfica donde se identifica el nivel porcentual de aporte de cada una y realizar un análisis de la información. La gráfica es la siguiente:



*Gráfica 2. Tasas de aporte por tipo de recurso*

Fuente: Autor

Con los datos encontrados sobre los tipos de recursos que se encontraron en la búsqueda se puede identificar que:

- Un 64% de recursos encontrados son artículos publicados.
- Publicación general aporta en un 3% en las búsquedas hechas.
- Las opiniones encontradas en su mayoría en la página DZone aportan en un 8% a la totalidad de las búsquedas hechas.
- A la totalidad de los recursos encontrados la noticia aporta en un 3%.
- Análisis aporta en un 14% en las búsquedas hechas.
- Ranking aporta en un 3% en las búsquedas hechas.

- De todos los recursos consultados, un 5% son blogs relacionados en el tema de Cloud Computing.

Se identifica que la mayoría de los recursos aportados son artículos publicados, generando una confianza verdadera, y estas publicaciones aportan información importante en la recolecta necesaria para la presente investigación.

De lo consultado, unos artículos eran extensos o por el contrario cortos, en su mayoría fueron consultado en inglés, y detectando que los que se hicieron en este idioma se basaban en un buen diseño investigativo y generan más aporte.

Los otros tipos de recursos aportan en un 36%, pero no quiere decir que sean menos importantes que los artículos publicados, por ejemplo, el aporte que da los rankings es bastante importantes por que presenta una base en la cual la investigación podría apoyarse y detectar que proveedores de Cloud son líderes en su campo.

### **Tasas de aporte por área**

Ejecutando el indicador de la tasa de aporte por área los resultados son:

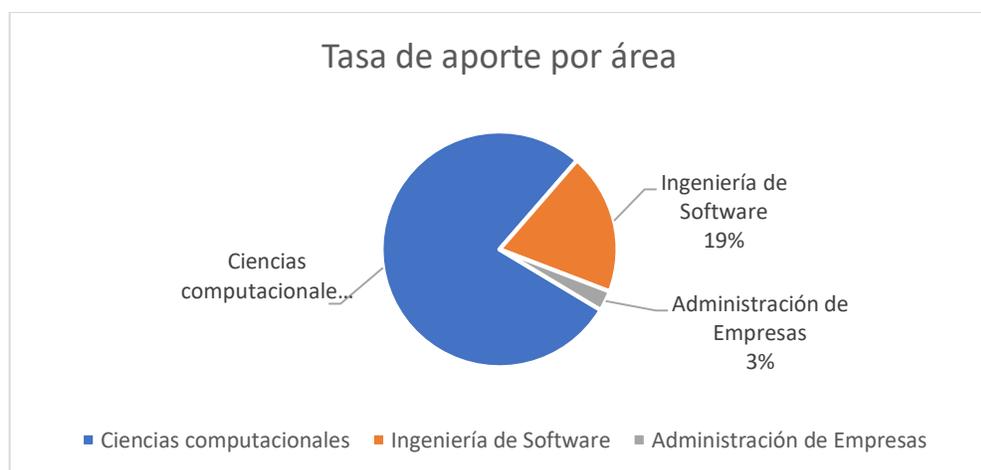
<b>Área</b>	<b>Cantidad de recursos aportados</b>	<b>Tasa de aporte (%)</b>
Ciencias computacionales	28	77,777
Ingeniería de Software	7	19,444

Administración de Empresas	1	2,777
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100%</b>

*Tabla 3. Aporte de recursos por área.*

Fuente: Autor

A partir de las búsquedas a diversas fuentes se encuentran recursos de diferentes áreas recolectando los anteriores datos permitiendo crear una gráfica donde se identifica el nivel porcentual de aporte de cada una y realizar un análisis de la información. La gráfica es la siguiente:



*Gráfica 3. tasa de Aporte por área.*

Fuente: Autor

Con los datos encontrados sobre los tipos de recursos que se encontraron en la búsqueda se puede identificar que:

- Un 78% de recursos encontrados pertenecen al área de Ciencias computacionales.
- Ingeniería de software aporta en un 19% en las búsquedas hechas.

- Un 3% de la totalidad de búsquedas pertenecen al área de administración de empresas

Las ciencias computacionales es el área dominante de los recursos encontrados, y es entendible que lo sea, pues es el área en que más tiene relevancia el tema de Cloud Computing. Es importante el aporte que hace la búsqueda en esta área, pues gracias a esto se puede encontrar de forma entendible el que es Cloud, como funciona, como se distribuye, como se puede categorizar y demás información que sea de interés al usuario, así como los servicios que ofrecen los proveedores a la comunidad de este tema.

Es importante conocer el buen desarrollo de un software para que sea desplegado con éxito y que funcione correctamente, evidenciando el buen funcionamiento tanto del software como la calidad del Cloud en el que sea desplegado. No obstante, no es el foco central de la investigación es por esto por lo que su porcentaje no es tan alto. Adicional a esto, el área de administración de empresas tiene un bajo impacto en las búsquedas, pero no representan algo malo, pues lo que se consulto es para tener noción de como el uso de Cloud puede beneficiar a una empresa en mejorar el rendimiento de sus procesos.

### **Publicaciones por año**

Ejecutando el indicador de la tasa de aporte por año los resultados son:

<b>Año</b>	<b>Cantidad de recursos aportados</b>	<b>Tasa de aporte (%)</b>
2007	0	0

2008	1	2,777
2009	0	0
2010	2	5,555
2011	2	5,555
2012	5	13,888
2013	3	8,333
2014	2	5,555
2015	1	2,777
2016	4	11,111
2017	3	8,333
2018	7	19,444
2019	6	16,666
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100%</b>

*Tabla 4. Publicaciones de recursos por año*

Fuente: Autor

A partir de las búsquedas a diversas fuentes se encuentran recursos publicados en distintos años, partiendo desde el 2007 hasta la fecha, recolectando los anteriores datos permitiendo crear unas gráficas donde se identifica la cantidad de recursos por año y el nivel porcentual de aporte de cada una y realizar un análisis de la información. La gráfica que representa la cantidad por año es la siguiente:



*Gráfica 4. Publicación de recursos por año*

Fuente: Autor

Con los datos encontrados sobre los tipos de recursos que se encontraron en la búsqueda se puede identificar que:

- En el año de 2007 y en el año de 2009 no se encontraron recursos relacionados con la temática de investigación.
- De los recursos consultados, se encontró tan solo un recurso en el año de 2008, igual caso en el año de 2015.
- 3 de la totalidad de los recursos consultados fueron encontrados en el año de 2013, y otros 3 en el año de de 2017.
- En el año de 2016 se encontraron 4 de los recursos consultados.
- En el año de 2012 se encontraron 5 de los recursos consultados.

- 7 de los recursos consultados fueron publicados en el año de 2018.
- De todos los recursos consultados, 6 fueron publicados en el año de 2019.

Antes del 2010 el tema de Cloud Computing no era tan común es por esto por lo que las investigaciones relacionada con este tema no era tan alta, y es evidente, puesto que lo encontrado en este o años anteriores no es mucho.

A partir del 2012 se tiene un “boom” en el uso del Cloud Computing y se empieza a realizar más investigación el tema generando más productos y recursos con los cuales la comunidad de Cloud puede guiarse en el uso de esta tecnología. Además, a partir de este año las empresas empiezan a usar el Cloud como herramienta empresarial y es necesario consultar los beneficios que tiene y que les puede ofrecer.

En la actualidad el Cloud es una de las tecnologías preferidas por la comunidad para realizar despliegues de aplicaciones, y entre más se use, más se necesita investigar el comportamiento de sus características respecto al entorno. Esto se evidencia en la búsqueda hecha, pues la mayoría de los recursos encontrados se encuentran publicados entre los años de 2018 y 2019.

### **Tasa de nivel de aporte**

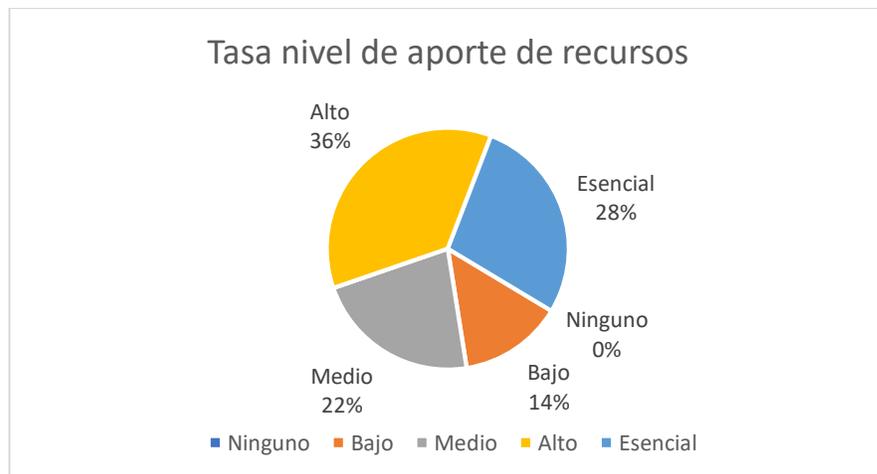
Ejecutando el indicador de la tasa de por nivel de aporte los resultados son:

Nivel de aporte	Cantidad de recursos aportados	Tasa de aporte
Ninguno	0	0
Bajo	5	13,888
Medio	8	22,222
Alto	13	36,111
Esencial	10	27,777
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100%</b>

*Tabla 5. Tasa por nivel de aporte del recurso*

Fuente: Autor

A partir de las búsquedas a diversas fuentes se encuentran recursos que generan algún nivel de aporte, recolectando los anteriores datos permitiendo crear una gráfica donde se identifica el nivel porcentual de aporte de cada una y realizar un análisis de la información. La gráfica es la siguiente:



*Gráfica 5. Tasa nivel de aporte de recursos*

Fuente: Autor

Con los datos encontrados sobre los tipos de recursos que se encontraron en la búsqueda se puede identificar que:

- Un 36% de recursos encontrados hicieron un aporte alto a la presente investigación.
- De todos los recursos consultados un 28% son esenciales a la investigación en desarrollo.
- Los artículos que hacen un aporte de nivel medio equivalen a un 22% y en menor medida, aquellos que hacen un aporte de nivel bajo son de un 14%.

Más del 50% de los recursos encontrados en la búsqueda de información generaron un aporte Alto o Esencial, evidenciando la importancia de haberlo hecho. Gracias a esto se tienen bases y fundamentos para sustentar la presente investigación y que no se inicia desde cero, orientándola por una buena dirección. También es de resaltar que la mayoría de los artículos y demás recursos encontrados poseen un contenido de calidad permitiendo a quienes estén desarrollando nuevas investigaciones tener información contundente y bastante importante sobre el tema de Cloud Computing.

En su totalidad de los recursos consultados realizaron un aporte a la investigación, por más mínimo que haya sido todos brindaron una información para tener en cuenta y/o que complementaba a otros recursos que formaron parte de la búsqueda.

#### 2.2.2.2. **Construcción teórica**

Con todas las consultas realizadas se identifican unos tópicos tratados en los recursos indagados. Teniendo presente esto, la información encontrada sobre Cloud es destacable, importante y relevante. Estos tópicos se describen a continuación:

##### 2.2.2.2.1. **Que es el Cloud Computing**

Para entender lo que realmente es el Cloud Computing es necesario indagar desde el ente regulador de tecnologías de este tipo. En este caso es el *National Institute of Standards and Technology* (NIST) provee la información certera de lo que es el Cloud Computing puesto es uno de los entes con mayor autonomía para dar una definición. De acuerdo con la investigación realizada por Peter Mell y Timothy Grance [45], el NIST nos dice que:

*“La computación en la nube es un modelo para permitir el acceso de red ubicuo, conveniente y bajo demanda a una red compartida conjunto de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se puede aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor de servicios. Este modelo de nube se compone de cinco características esenciales, tres modelos de servicio y cuatro modelos de implementaciones.”*

Las características, modelos de servicio y modelos de implementación planteadas en la investigación de Mell y Grance [45] son:

- **Características Esenciales:**
  - Servicio bajo demanda

- Amplio acceso a la red
- Puesta de recursos en común
- Rapida elasticidad
- Servicio medido
- **Modelos de servicio:**
  - Software as a Service (SaaS) ó Software como servicio
  - Platform as a Service (PaaS) ó Plataforma como servicio
  - Infraestructure as a Service (IaaS) ó Infraestructura como servicio
- **Modelos de Implementación:**
  - Cloud Privado
  - Cloud Comunitario
  - Cloud Público
  - Cloud Hibrido

Esta investigación caracteriza aspectos importantes de la nube y está destinado a servir como un medio para realizar comparaciones amplias de servicios en la nube y sus estrategias de implementación, proporcionando una línea base para el debate sobre qué es la computación en la nube y cómo utilizar mejor la nube. Los modelos de servicio e implementación definidos forman una taxonomía simple que no está destinada a prescribir o restringir cualquier método particular de implementación, prestación de servicios u operación comercial.

Aunque según la explicación dada por los investigadores el Cloud comunitario, prácticamente es el mismo Cloud público al cual tiene acceso un solo tipo de

usuarios que comparten algunas características. Como tal existirían solo tres tipos de Cloud, que serían el público, el privado y el híbrido. Y es así como Emily Wells [46] no lo hace ver con su opinión en el sitio web de noticias sobre ciencia y tecnología DZone “*Public Cloud vs. Private Cloud*” donde habla sobre las ventajas y desventajas de los tipos de Cloud, y el aprovechamiento del Cloud híbrido.

De igual manera Luis Joyanes Aguilar en su investigación: “*COMPUTACIÓN EN LA NUBE: Notas para una estrategia española en Cloud Computing*” [47], asegura que el Cloud es un beneficio para las empresas notable, él dice que:

*“Nube, o Computación en la nube (términos para definir CloudComputing), es un concepto tecnológico (buzzwords) cada vez más utilizado. Las organizaciones ven en esta tecnología la solución a muchos problemas, económicos o de infraestructuras tecnológicas. La adopción de la computación en la nube (SaaS, PaaS e IaaS) está creciendo a gran velocidad y los modelos de entrega o despliegue de la nube (privada, pública, híbrida y comunitaria) ofrecidos por multitud de proveedores, se han hecho habituales en la terminología de las estrategias empresariales o centros de investigación.”*

Adicional a la definición, narra un poco la historia de este paradigma tecnológico que surgió entre 2007 y 2009, y como se ha venido comportando en el tiempo, y brinda un paradigma, que Cloud va a traer varias preocupaciones resaltando la protección de los datos como punto clave a tener en cuenta.

En la investigación “*Captar el verdadero valor del ‘cloud computing’*” “hecha por David Dean y Tamim Saleh [48] se da una definición corta pero clara, y lo explica

como un modelo de pago por uso que permite un acceso cómodo y bajo demanda a un conjunto compartido de recursos informáticos configurable, como redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios, que se puede desplegar y utilizar de forma rápida y fácil. Esta definición se centra en nubes públicas, pero es probable que las privadas, es decir, las dedicadas a una organización o grupo de organizaciones impulsen a las grandes empresas a adoptar el cloud computing. Esto llevará a modelos híbridos que combinan infraestructuras de nube públicas y privadas.

#### **2.2.2.2.2. Como funciona el Cloud Computing**

Vinu Saseedaran Renish nos presenta una opinión sobre las buenas prácticas para optimizar y tener una buena administración de Cloud. En el enfoque plasmado en la publicación que lleva por título “*Cloud Management: Best Practices Enabling Cloud Success*” [49] es en indagar en unas prácticas para la administración de Cloud y que genere beneficios para lo que se esté utilizando.

Antes que nada, se hace una aclaración, que al tener un SLA (Service Level Agreement) se obtiene seguridad, puesto que este es un acuerdo entre el que el proveedor y el usuario donde se establecen las responsabilidades en el uso de Cloud por cada parte. No obstante, es mejor tener ciertas prácticas para reforzar la calidad de los servicios ofertados por el proveedor. Las buenas prácticas recomendadas son:

- La primera buena práctica recomendada por Renish [49] es que cuente con los expertos en la nube adecuados que comprendan y cumplan con las pautas en todas las etapas de diseño, configuración e implementación.
- Como segunda medida es usar automatizaciones de administración para simplificar el uso de Cloud y permitir que los recursos de TI trabajen para lograr el objetivo principal, ahorrando tiempo y dinero

- En tercera instancia es tener siempre un plan de contingencia contra los riesgos que se puedan presentar, para estar preparados para solventar cualquier percance, si es que ocurre.
- Una cuarta recomendación es siempre vigilar el uso del Cloud, es decir vigilar el TCO (*Total Cost of Ownership* ó Costo total de la propiedad). Muchas empresas cambian al modelo de servicio en la nube debido a la tasa de "pago por uso". Las pymes que solo quieren pagar por lo que usan se trasladan a la nube, pero no prestan atención a los límites, las cuotas y las restricciones asociadas a ella. En última instancia, terminan mal administrando su TCO y pronto abandonan la nube.
- Y, por último, se recomienda crear un Coe (*Center of Excellence* ó Centro de excelencia). Esta es probablemente la recomendación más dura de seguir como buena práctica, pero es la de mayor impacto. El CoE debe trabajar en equipo para establecer las mejores prácticas y tejerlas en el resto de la organización.

Por otro lado, en el artículo publicado por Rodríguez, Pettoruti, Chichizola y De Guisti [8] titulado "*Despliegue de un Cloud Privado para entornos de cómputo científico*" explica la idea central de cómo es el funcionamiento del Cloud Computing es un nuevo paradigma informático de cómputo distribuido que se presenta como una evolución natural del concepto de Clusters y Grids. Proporciona gran variedad recursos virtuales como: hardware, plataformas de desarrollo, almacenamiento y/o aplicaciones; accesibles y usables. Estos recursos proporcionan servicios que son configurables y se adaptan según la necesidad (escalabilidad), lo cual genera eficiencia y ampliar o disminuir los recursos necesarios (elasticidad); así los usuarios pueden acceder a servicios tecnológicos a través de Internet bajo demanda.

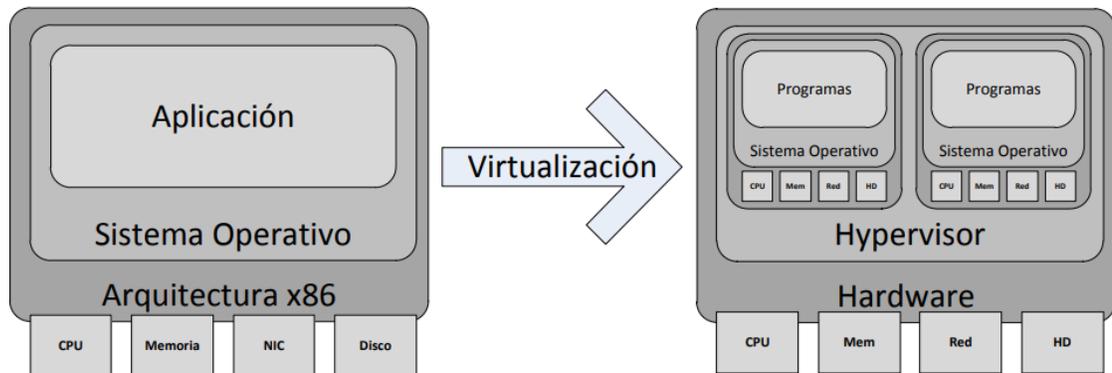
Cloud funciona bajo un modelo de pago, según el uso, donde el proveedor debe garantizar capacidad, lo cual se define en los acuerdos de nivel de servicio.

El término Cloud o nube hace referencia a la infraestructura física, , donde el usuario puede conocer la ubicación pero no tiene mayor relevancia pues lo importante es que su funcionamiento de Cloud sea óptimo así como su organización.

La virtualización de los recursos a ofrecer a los usuarios, según Rodríguez, Pettoruti, Chichizola y De Guisti [8], es:

*“...la abstracción de los recursos de una computadora/servidor físico que tiene el proveedor; para esto se crea una capa de software llamada Hypervisor o Monitor de Máquina Virtual (VMM) que permite la abstracción entre el hardware de la máquina física subyacente (Host), y el Sistema Operativo (SO) de la máquina virtual (Guest)...”*

De esta manera funciona el Cloud Computing como se puede observar en la siguiente figura:



*Figura 5. Sistema antes y después de virtualizar*

Fuente: Despliegue de un Cloud Privado para entornos de cómputo científico [8]  
El usuario puede instanciar y ejecutar varias instancias de máquinas virtuales gestionando recursos principales de hardware. Además, Rodríguez, Pettoruti, Chichizola y De Guisti [8] mencionan unos tipos de virtualización que existen (paravirtualización, virtualización completa y virtualización asistida por hardware), que pueden ser usadas por los proveedores de Cloud.

Nelly Hernández y Anderson Flórez, proponen en su artículo “*COMPUTACIÓN EN LA NUBE*” [53] que una parte fundamental es la virtualización en el desarrollo óptimo de Cloud Computing. Hernández y Flórez [53] afirman que:

*“...Puede considerarse como una abstracción de los recursos tecnológicos que permite a los servidores crear dispositivos virtuales los cuales pueden ser usados para aumentar dichos recursos más que como sistemas separados. Mediante la virtualización se permite tratar a un servidor como muchos servidores. Otro método usado es el clustering, que consiste en tratar a muchos servidores como uno solo...”*

Lo cual genera mejoras como:

- Reducción de los costos de espacio y consumo.
- Rápida incorporación de nuevos recursos para los servidores virtualizados.
- Administración global centralizada y simplificada.
- Facilidad para la creación de entornos de test que permiten poner en marcha nuevas aplicaciones sin detener el desarrollo, agilizando el proceso de las pruebas.
- Aislamiento: un fallo en una máquina virtual no afecta al resto de máquinas virtuales.

Adicional a esto presentan una imagen que plasma el funcionamiento del Cloud:



*Figura 6- Funcionamiento en la nube*

Fuente: COMPUTACIÓN EN LA NUBE [53]

A manera de ejemplo de un repositorio de máquinas virtuales se presenta AMIs (Amazon Machine Images), que básicamente son máquinas virtuales ya creadas y configuradas, donde el usuario puede instanciarlas evitando el proceso engorroso de configuración, Nishant Saurabh, Dragi Kimovski, Simon Ostermann, and Radu Prodan en su artículo titulado "VM Image Repository and Distribution Models for Federated Clouds: State of the Art, Possible Directions and Open Issues" [51] presentan unos gráficos explicando el funcionamiento de este servicio por parte de Amazon, demostrando el proceso ejecutado al crear servidores en Cloud.

Primero se muestra el ciclo de vida para crear una copia o instancia de una AMI ya creada en AWS. El proceso es que se tiene una máquina ya creada, se accede a través de un registro y se puede hacer una copia de esta máquina o una instancia y ya está lista para ser desplegada. El proceso se muestra en la figura 7:

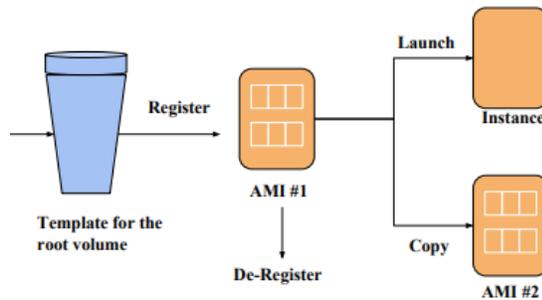


Figura 7. Ciclo de vida creación de una AMI

Fuente: VM Image Repository and Distribution Models for Federated Clouds: State of the Art, Possible Directions and Open Issues [51]

En segunda medida se muestra el ciclo de vida para que un usuario pueda subir una máquina virtual al repositorio de las AMI, permitiendo a otros usuarios instanciarla o hacer una copia de esta. Para esto el usuario debe estar en su ambiente de trabajo, y tener la máquina virtual ya creada, en seguida hace una conversión de máquina virtual una AMI y por última medida se sube al repositorio. El ciclo de vida se muestra en la figura 8:

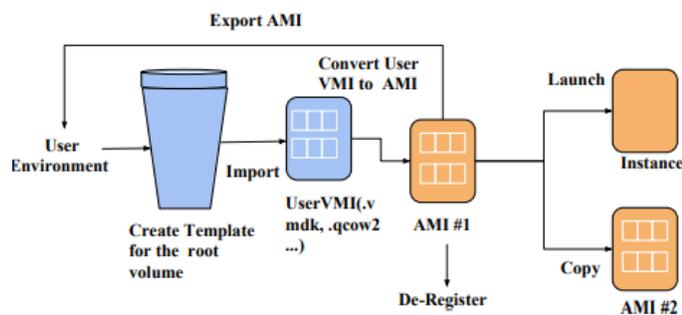


Figura 8. Ciclo de vida de carga de VM por el usuario

Fuente: VM Image Repository and Distribution Models for Federated Clouds: State of the Art, Possible Directions and Open Issues [51]

Complementando lo anterior presentado, se encuentra que en el artículo “*A Generic Development And Deployment Framework For Cloud Computing And Distributed Applications*” creado por Binh Minh NGUYEN, Viet TRAN y Ladislav HLUCHY [52] presentan algunos estándares creados tipo facto para el manejo de cloud, por ejemplo, el OVF<sup>5</sup> que es un archivo XML en el que se describe la configuración de la máquina virtual o como OCCl<sup>6</sup> (Open Cloud Computing Interface) que es un protocolo RESTful para el envío de datos vía XML o JSON.

Se habla sobre las comunicaciones que se pueden tener vía web, concretamente los servicios RESTful API's y como se comunican para el cloud computing, evidenciando las ventajas que generan estos servicios a la hora de transmitir datos, ya sea para consulta o envío de datos.

Se trata el tema de que el desarrollo de servicios y el despliegue de aplicaciones en cloud, es uno de los problemas a la hora de desarrollar para tener aplicaciones en la nube, es decir, la falta de experiencia de estos desarrollos es una gran dificultad.

#### 2.2.2.2.3. Arquitectura del Cloud Computing

Gary Garrison, Sanghyun Kim, y Robin L. Wakefiel nos presentan los **modelos de servicio** del Cloud Computing en su artículo “*Success Factors for Deploying Cloud Computing*” [53]. **Infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaaS) y software como Servicio (SaaS)**. Con IaaS, el proveedor de

---

<sup>5</sup> Open Virtualization Format (OVF) es un estándar abierto para empaquetar y distribuir servicios virtualizados o de forma más general software a ejecutar en máquinas virtuales.

<sup>6</sup> Es un conjunto de especificaciones entregadas a través del Open Grid Forum, para proveedores de servicios de computación en la nube. OCCl tiene un conjunto de implementaciones que actúan como pruebas de concepto.

Cloud proporciona los servidores (como capacidad de procesamiento), almacenamiento (tal como replicación, copia de seguridad y archivado), y dominios de conectividad (como cortafuegos y equilibrio de carga). Al usar IaaS se tienen riesgos de seguridad, y en el artículo de “*Cloud-Trust—a Security Assessment Model for Infrastructure as a Service (IaaS) Clouds*” hecho por Dan Gonzales, Jeremy M. Kaplan, Evan Saltzman, Zev Winkelman, y Dulani Woods [54] se presenta unas pautas de seguridad y opciones para reforzar las barreras que evitan la exposición de información, como por ejemplo, las zonas de confianza tanto físicas como virtuales.

También Garrison, Sanghyun, y Wakefiel [53] presentan PaaS describe un modelo en que el proveedor de la nube proporciona plataforma que permite la creación, despliegue de aplicaciones y servicios que la organización accede a través de Internet. Se tiene acceso a un entorno de alojamiento de aplicaciones para el diseño, desarrollo de aplicaciones, y pruebas sin la complejidad y costo de adquisición, implementación y administración de la infraestructura.

En SaaS, el proveedor Cloud tiene control completo sobre la aplicación, incluyendo capacidades, actualizaciones y mantenimiento

Otra explicación de los **modelos de servicio** de Cloud, la da Margaret Rouse [55] en su análisis del estado del Cloud. Ella los define de la siguiente manera:

- Proveedores de IaaS. En el modelo IaaS, el proveedor Cloud brinda componentes de infraestructura. Estos componentes podrían consistir en servidores, almacenamiento y redes, así como la capa de virtualización, que el proveedor de IaaS aloja en su propio centro de datos. Los proveedores de servicios en la nube también pueden complementar sus productos IaaS

con servicios como monitoreo, seguridad, equilibrio de carga y resistencia de almacenamiento.

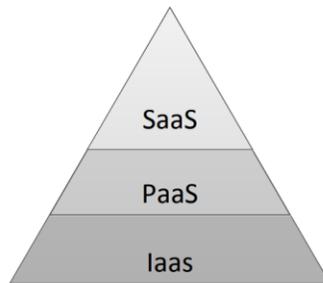
- Proveedores de SaaS. Los proveedores de SaaS actualmente ofrecen una amplia gama de tecnologías empresariales, como suites de productividad, software de gestión de relaciones con el cliente (CRM<sup>7</sup>) y software de gestión de recursos humanos (HRM<sup>8</sup>), todo lo cual el proveedor de SaaS aloja y proporciona a través de Internet.
- Proveedores de PaaS. El tercer tipo de proveedor Cloud, es PaaS, ofrece infraestructura y servicios en la nube a los que los usuarios pueden acceder para realizar diversas funciones. Los productos PaaS se usan comúnmente en el desarrollo de software. En comparación con un proveedor de IaaS, los proveedores de PaaS agregarán más de la pila de aplicaciones, como los sistemas operativos y el middleware.

Ahora bien, en el artículo publicado por Rodríguez, Pettoruti, Chichizola y De Guisti [8] titulado “*Despliegue de un Cloud Privado para entornos de cómputo científico*” define que los modelos de servicio del Cloud se agrupan, tal como se ve en la figura 9:

---

<sup>7</sup> CRM es una solución de gestión de las relaciones con clientes, orientada normalmente a gestionar tres áreas básicas: la gestión comercial, el marketing y el servicio postventa o de atención al cliente.

<sup>8</sup> HRM o Human Resource Management responde a la gestión de las personas en las organizaciones de una manera estructurada y completa.



*Figura 9. Clasificación en capas de Cloud*

Fuente: Despliegue de un Cloud Privado para entornos de cómputo científico [8]

También menciona los tipos de Cloud o modelos de implementación que existen. Por cada tipo brinda una breve descripción, pero es bastante clara. Ellos mencionan que:

- *Un Cloud público es aquel desplegado por un proveedor, que ofrece servicios (IaaS, PaaS y SaaS) de acceso público desde Internet. Generalmente, este modelo de despliegue se relaciona con un contexto comercial, donde los usuarios son considerados clientes y pagan por tiempo de uso de los servicios.*
- *Se considera un Cloud privado a aquel desplegado en la intranet de una organización, institución o empresa. El despliegue se realiza sobre la infraestructura de hardware de la organización y los servicios que se proporcionan son de características similares al Cloud público con la diferencia de que el acceso está limitado a la red privada.*
- *Se denomina Cloud híbrido al despliegue de un Cloud privado que trabaja de forma segura con recursos de un Cloud público. Este modelo es de gran utilidad cuando una organización requiere aumentar rápidamente sus recursos privados para satisfacer los picos de demanda de determinados servicios. Generalmente, la organización contrata servicios de un Cloud público para expandir los recursos de su Cloud privado.*

Con todo esto planteado ya se tiene una idea clara de las capas que maneja el Cloud, es decir, los modelos de servicios, pero para ser más claros María Salas y Luis Colombo en su artículo “*CLOUD COMPUTING: A REVIEW OF PAAS, IAAS, SAAS SERVICES AND PROVIDERS*” [56] además de las capas que ya se han venido presentando, que coinciden en su definición, plantean una nueva capa que es la de hardware, y lo plasman en una figura, donde además, presentan ejemplos de instancias o programas que se manejan en cada capa y que es lo que se tiene que manejar en cada una de las capas. La figura se presenta a continuación:

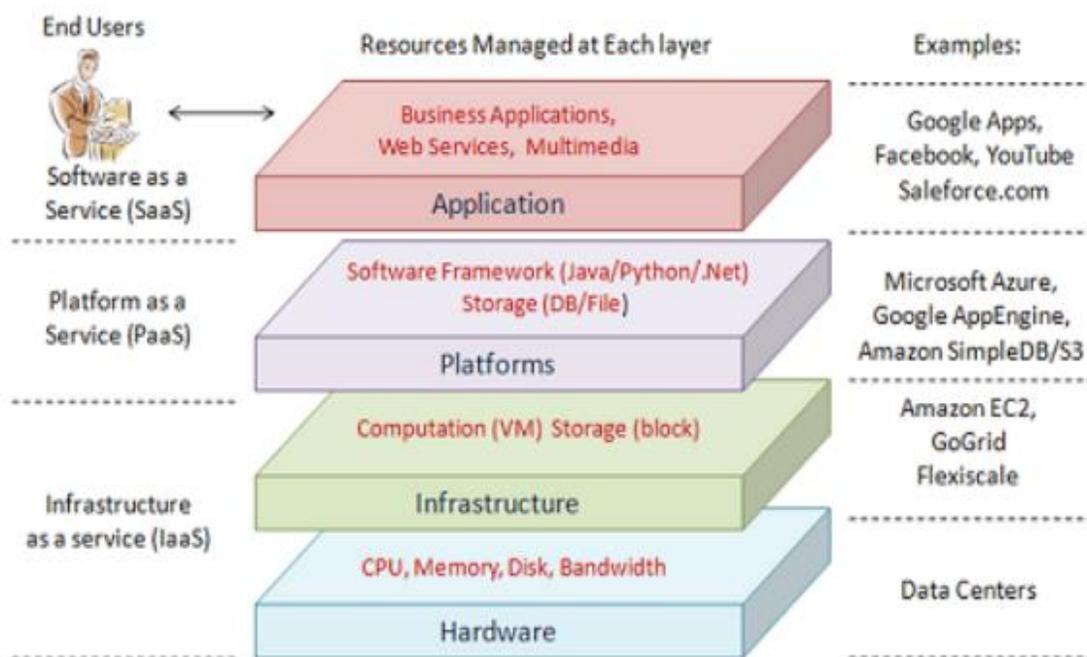


Figura 10. Arquitectura de Cloud Computing

Fuente: CLOUD COMPUTING: UNA REVISIÓN DE LOS SERVICIOS Y PROVEEDORES PAAS, IAAS, SAAS [56]

#### 2.2.2.2.4. Proveedores de Cloud Computing

Drake Nate y Brian Turner a través de la publicación de una noticia que titularon “*Best cloud computing services of 2019*” [57] en donde hacen relevancia a que las soluciones en la nube son escalables, y muchos proveedores ofrecen un nivel de precios que cobra solo por los recursos que usa, en lugar de una tarifa plana por los servicios que podría usar.

Teniendo esto en cuenta Nate y Turner [57] presentan una lista con los proveedores de Cloud posicionados como los mejores y que proveen más servicios. También se presentan unas alternativas pero que no tienen el mismo poder. La lista en orden de más relevante a menor con algunas de sus características más relevantes es la siguiente:

1. Amazon Web Services
  - a. Altamente personalizable
  - b. 12 meses de prueba gratis
  - c. Algunos problemas de atención al cliente.
  
2. Microsoft Azure
  - a. Compatible con Windows y Linux
  - b. 12 meses de prueba
  - c. Costoso
  
3. Google Cloud
  - a. Usabilidad amistosa
  - b. 12 meses de prueba
  - c. La configuración puede ser complicada

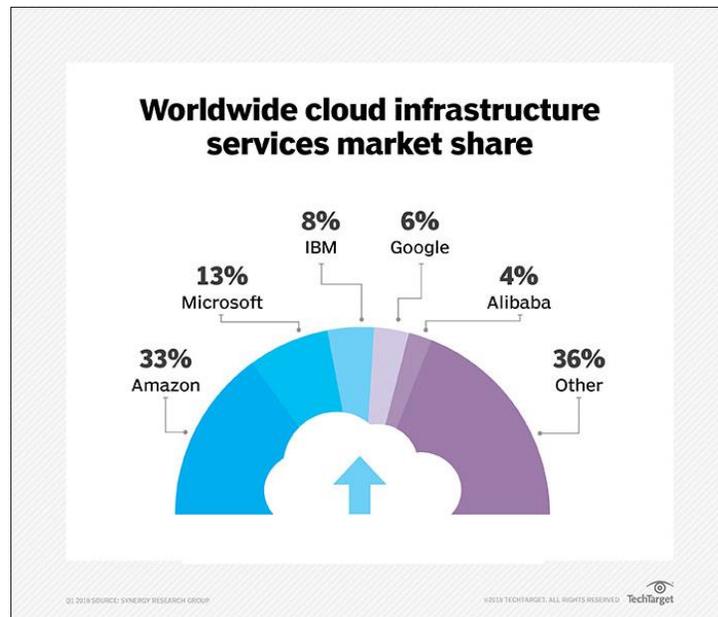
4. IBM Cloud
  - a. Herramientas preconfiguradas
  - b. Totalmente personalizable
  - c. Algunos problemas de carga
  
5. Rackspace Cloud
  - a. Plataformas públicas y privadas
  - b. Excelente soporte de cliente
  - c. Poca documentación

### **Alternativas**

- Oracle Cloud
- Alibaba Cloud
- Digital Reality
- Equinix Cloud
- Cloud Linux

También Margaret Rouse en su publicación “*cloud service provider (cloud provider)*” [55] menciona que el mercado de servicios en la nube presenta una gama de proveedores, pero tres empresas de nube pública se han establecido como fuerzas dominantes: Amazon Web Services (AWS), Microsoft y Google.

Presenta una gráfica con cuota de mercado de servicios de infraestructura de la nube en todo el mundo abarcado por cada uno de los proveedores en el año de 2018. La figura se muestra a continuación:



*Figura 11. Cuota de mercado de servicios de infraestructura de la nube en todo el mundo*

Fuente: cloud service provider (cloud provider) [55]

Además, menciona que Amazon fue el primer proveedor importante de la nube, con la oferta de 2006 de Amazon Simple Storage Service (Amazon S3). Desde entonces, el creciente mercado de la nube vio un rápido desarrollo de la plataforma en la nube de Amazon, así como de la plataforma Azure de Microsoft y Google Cloud Platform, y los tres proveedores continúan compitiendo por el liderazgo en una variedad de frentes de la nube en la actualidad. Los proveedores se dedican actualmente al desarrollo de servicios basados en la nube en torno a tecnologías emergentes como el aprendizaje automático, la inteligencia artificial (IA) y manejo de contenedores.

Clutch es una plataforma independiente que recopila comentarios objetivos de los clientes sobre cada compañía registrada en el sitio. Realizan entrevistas en profundidad con clientes y clientes sobre la calidad de su interacción con cada

empresa registrada en Clutch. Con base en los datos recopilados, el servicio formula una calificación justa de todas las empresas. Clutch clasifica a las empresas por su ubicación geográfica, un campo de su experiencia y el enfoque en habilidades comprobadas. Esta plataforma tiene una lista de los proveedores líderes en el mercado [58]. En seguida se muestra la lista con los proveedores y su respectiva valoración que ocupan las 5 primeras posiciones en el 2019:

### 1. Amazon Web Services (AWS)



Figura 12. Valoración AWS según Clutch.co

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

## 2. Microsoft Azure

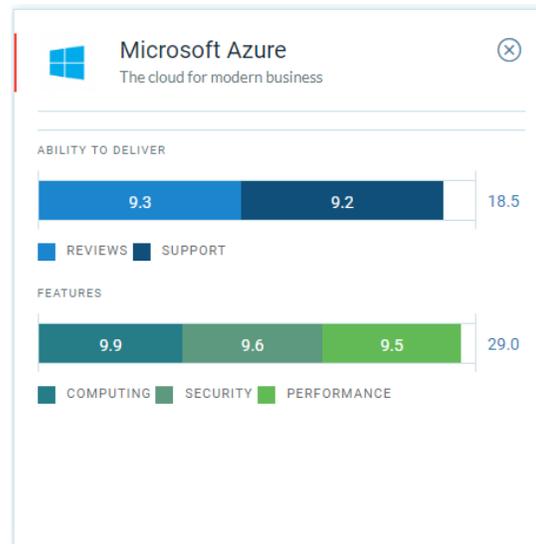


Figura 13. Valoración Azure según Clutch.co

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

## 3. Google Cloud Platform

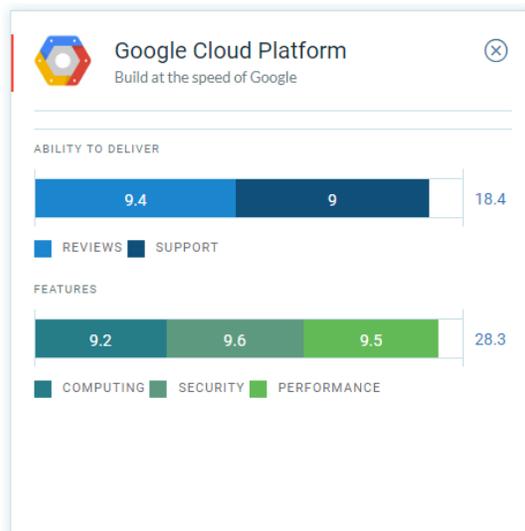


Figura 14. Valoración GCP según Clutch.co

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

#### 4. IBM Cloud



Figura 15. Valoración IBM Cloud según Clutch.co

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

#### 5. Rackspace

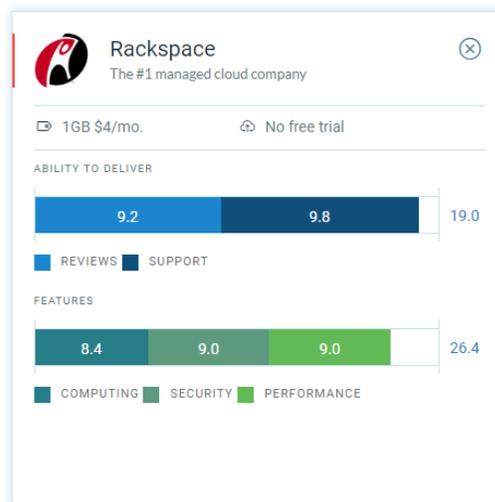


Figura 16. Valoración Rackspace por Clutch.co

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

Es de destacar que todos los proveedores trabajan bastante por ofrecer de servicios de calidad, y ninguno de los proveedores líderes tiene calificación mala. El hecho a relucir es que AWS se proyecta como el proveedor líder en la actualidad, y siendo el proveedor con mejores calificaciones según Clutch.co.

Por otra parte, Laura Shiff, en su blog realizó una publicación “*Gartner Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service 2018*” [59] donde desde una investigación avalada se catalogan algunos líderes de la industria de servicios Cloud, orientándose a la infraestructura como servicio. Algunos de los tópicos evaluados en los proveedores de Cloud fue las capacidades de innovación en IaaS y PaaS, precios, desarrollo de Cloud, investigaciones avanzadas en analítica y machine learning, énfasis en portabilidad y crecimiento en open-source. Los resultados son presentados en el cuadrante mágico de Gartner que categoriza a los proveedores en cuatro secciones interesantes: Líderes, Visionarios, Jugadores de nicho y Desafiantes.

El Cuadrante Mágico de Gartner es el primer paso para comprender los proveedores de tecnología que podría considerar para un servicio específico. Dependiendo de los tipos de inversiones que desee realizar, cada cuadrante tiene sus propios beneficios y ventajas. Este cuadro que también es presentado en la publicación “*Cloud is a six-horse race, and three of those have been lapped*” [60] hecha por Simon Sharwood se representa mediante la siguiente figura:



Figura 17. Cuadro mágico de Gartner de Proveedores Cloud 2018

Fuente: Cloud is a six-horse race, and three of those have been lapped [60]

Eissa Aireshidi realiza un artículo en el presente año (2019) titulado “COMPARATIVE REVIEW OF WELL-KNOWN CLOUD SERVICE PROVIDERS (CSPS)” [61] presenta un sumario de revisiones técnicas entre los proveedores de Cloud. Los proveedores evaluados fueron AWS, Azure, Google Cloud, Rackspace y OpenStack. Y los puntos evaluados fueron Infraestructura y servicios computacionales, tecnologías de almacenamiento, ambientes de desarrollo y soporte, seguridad, precios y planes de pago. La tabla se presenta a continuación:

	Amazon Web Services (AWS)	Microsoft Windows Azure	Google Cloud Platform (GCP)	Rackspace	OpenStack
a) infrastructure and computing services	EC2 (Xen virtualization engine)	Microsoft CLR VM	Google Cloud Platform (GCP)	RAID 10-protected, data-center-grade SSDs, Powerful Intel Xeon processors	Image Service model (Glance) & Computer model (Nova)
b) storage technologies	Amazon Simple Storage Service	blobs, tables and queues/	Datastore, Google Cloud SQL, Blobstore	Cloud backup, Cloud Block Storage, Cloud Files, Cloud Databases	Object Storage (Swift), Block Storage (Cinder),
c) developers' environments and support	Flexible	Flexible	Google APIs, Google App Engine (GAE)	Cloud Control Panel	Dashboard (Horizon)
d) security	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate
e) Price and payments plans	Free, commercial	Commercial	Free, commercial	Commercial	Free open-source

*Tabla 6. Sumario de revisiones técnicas bien conocidas (CSP)*

Fuente: *COMPARATIVE REVIEW OF WELL-KNOWN CLOUD SERVICE PROVIDERS (CSPS) [61]*

En las consultas realizadas se encuentra una publicación bastante interesante, cuya finalidad es presentar unos pros y contras de los tres proveedores de Cloud que lideran en el momento el mercado de Cloud Computing. Lo identificado por Cynthia Harvey y Andy Patrizio en "*AWS vs. Azure vs. Google: Cloud Comparison [2019 Update]*" [62] respecto a pros y contras es:

- **AWS**

Parte de la razón de su popularidad es, sin duda, el alcance masivo de sus operaciones. AWS tiene una enorme y creciente gama de servicios disponibles, así como la red más completa de centros de datos mundiales. El informe de Gartner lo resumió diciendo:

*"AWS es el proveedor más maduro y listo para la empresa, con las capacidades más profundas para gobernar una gran cantidad de usuarios y recursos".*

El costo de Amazon es el que está en desventaja respecto a sus competidores. Si bien AWS baja regularmente sus precios, a muchas empresas les resulta difícil entender la estructura de costos de la compañía y administrarlos manera eficiente al ejecutar una gran cantidad de cargas de trabajo en el servicio.

Sin embargo, Hay un equilibrio entre costo y beneficio, pues AWS con su gran variedad de servicios abarca bastante mercado brindando seguridad y confianza a aquellas empresas que confían en este proveedor.

- **Azure**

Debido a que Azure está estrechamente integrado con estas otras aplicaciones, las empresas que usan mucho software de Microsoft a menudo encuentran que también tiene sentido que usen Azure. Esto genera lealtad para los clientes existentes de Microsoft. Además, si ya es un cliente empresarial de Microsoft, espere importantes descuentos en los contratos de servicio.

Por otro lado, en la publicación se afirma que:

*"...Gartner encuentra fallas en algunas de las imperfecciones de la plataforma. "Si bien Microsoft Azure es una plataforma preparada para la empresa, los clientes de Gartner informan que la experiencia del servicio se siente menos preparada para la empresa de lo que esperaban, dada la larga historia de Microsoft como proveedor empresarial..."*

- **GCP**

Google tiene una sólida oferta en contenedores, ya que Google desarrolló el estándar Kubernetes que ahora ofrecen AWS y Azure. GCP se especializa en ofertas de computación alta como Big Data, análisis y aprendizaje automático. También ofrece una escala considerable y un equilibrio de carga: Google conoce los centros de datos y el tiempo de respuesta rápido.

En el lado negativo, Google es un tercero distante en participación de mercado, tal vez porque no ofrece tantos servicios y características diferentes como AWS y Azure. Tampoco tiene tantos centros de datos globales como AWS o Azure, aunque se está expandiendo rápidamente.

#### 2.2.2.2.5. **Ventajas y Riesgos del Cloud Computing**

En el año de 2018, Jon Brodtkin, realizó una publicación en donde menciona unos riesgos de seguridad que se pueden presentar a la hora de usar los servicios de Cloud Computing, que título “*Gartner: Seven cloud-computing security risks*” [65]. En este Brodtkin resalta siete problemas de seguridad específicos que Gartner sugiere los clientes deben consultar con los proveedores antes de seleccionar vendedor en la nube. Estos problemas son:

1. **Acceso de usuario privilegiado.** Los datos confidenciales procesados fuera de la empresa generan un alto nivel de riesgo.
2. **Cumplimiento normativo.** Los clientes son en última instancia responsables de la seguridad e integridad de sus propios datos.
3. **Ubicación de los datos.** Cuando usa la nube, probablemente no sabrá exactamente dónde están alojados sus datos.

4. **Segregación de datos.** Los datos en la nube suelen estar en un entorno compartido junto con los datos de otros clientes.
5. **Recuperación.** Un proveedor de la nube debe decirle qué sucederá con sus datos y servicio en caso de desastre.
6. **Apoyo a la investigación.** Investigar actividades inapropiadas o ilegales puede ser imposible en la computación en la nube.
7. **Viabilidad a largo plazo.** Idealmente, su proveedor de computación en la nube nunca se arruinará ni será adquirido y engullido.

Por otro lado, los investigadores María Murazzo, Flavia Millán, Nelson Rodríguez, Daniela Segura y Daniela Villafañe en su artículo “*DESARROLLO DE APLICACIONES PARA CLOUD COMPUTING*” [64] resaltan que:

*“Una de las principales ventajas para las empresas que deciden incorporar a sus actividades servicios prestados a través de Internet es la posibilidad de reducir sus gastos de personal técnico, instalaciones, software y, sobre todo, de tareas de mantenimiento; de esta manera el retorno de la inversión es inmediato, ya que no es necesaria preinstalación ni configuración alguna.”*

Todo esto se realiza de manera confiable y segura, con una escalabilidad elástica, que responde a fuertes cambios en demanda, sin que esto suponga un incremento en los costos.

La característica básica de este modelo es que los recursos y servicios informáticos, tales como infraestructura, plataforma y aplicaciones, son ofertados y a su vez consumidos sin que los usuarios necesiten tener algún tipo conocimiento la manera en que funciona Cloud Computing.

David Dean y Tamim Saleh en su investigación “*Captar el verdadero valor del ‘Cloud Computing’*” [48] mencionan que, hablado desde una perspectiva empresarial, el Cloud Computing tiene ciertas ventajas, tanto para los directores generales de TI como para todos los usuarios:

- Rápido despliegue acelerado de nuevas aplicaciones sin la necesidad de consumir los recursos informáticos de la empresa.
- Menores requisitos de capital para inversiones iniciales en TI, ya que la empresa puede utilizar la infraestructura, las aplicaciones y las plataformas en la nube.
- Flexibilidad para hacer frente a cambios repentinos o a altibajos en la demanda.
- Capacidad para proporcionar aplicaciones o servicios necesarios según la demanda de forma precisa y que puedan ajustarse.
- Ahorro de recursos.
- Uso compartido de datos y colaboración en procesos que participan muchos actores; las soluciones que brinda Cloud son por lo general más económicas y rápidas de desplegar que sus alternativas.
- Cloud Computing permite lanzar nuevas iniciativas sin tener que depender de sistemas y arquitecturas heredados.

Reafirmando lo anterior Nelly Hernández y Anderson Flórez, proponen en su artículo “*COMPUTACIÓN EN LA NUBE*” [53] una consolidado de características que son de bastante utilidad a los usuarios de Cloud. Las ventajas presentadas en este artículo son:

- **Autoservicio a la carta:** Un consumidor puede abastecerse unilateralmente de capacidades de computación, como tiempo de servidor y almacenamiento en red, según sus necesidades, de forma

automática sin requerir la interacción humana con cada proveedor de servicios.

- **Amplio acceso a la red:** Las capacidades están disponibles en la red y se accede a ellas a través de mecanismos estándar que fomentan el uso por parte de plataformas de clientes heterogéneas tanto ligeras como pesadas.
- **Reservas de recursos en común:** Los recursos computacionales del proveedor se ponen en reservas en común para que puedan ser utilizados por múltiples consumidores que utilicen un modelo de multiposesión, con diferentes recursos físicos y virtuales asignados dinámicamente y reasignados en función de la demanda de los consumidores.
- **Rapidez y elasticidad:** Las capacidades pueden suministrarse de manera rápida y elástica, en algunos casos de manera automática, para poder realizar el redimensionado correspondiente rápidamente. Para el consumidor, las capacidades disponibles para abastecerse a menudo aparecen como ilimitadas y pueden adquirirse en cualquier cantidad y en cualquier momento.
- **Servicio supervisado:** Los sistemas de nube controlan y optimizan el uso de los recursos de manera automática utilizando una capacidad de evaluación en algún nivel de abstracción adecuado para el tipo de servicio.
- **Es auto reparable:** En caso de surgir un fallo, el último respaldo (backup) de la aplicación se convierte automáticamente en la copia primaria y a partir de ésta se genera uno nuevo.
- **Es escalable:** Todo el sistema y su arquitectura son predecible y eficiente. Se establece un nivel de servicios que crea nuevas instancias de acuerdo con la demanda de operaciones existente de tal forma que se reduzca el tiempo de espera y los cuellos de botella.

- **Virtualización:** Las aplicaciones son independientes del hardware en el que corran, incluso varias aplicaciones pueden correr en una misma máquina o una aplicación puede usar varias máquinas a la vez.
- **Posee un alto nivel de seguridad:** El sistema está creado de tal forma que permite a diferentes clientes compartir la infraestructura sin preocuparse de ello y sin comprometer su seguridad y privacidad; de esto se ocupa el sistema proveedor que se encarga de cifrar los datos.
- **Disponibilidad de la información:** No se hace necesario guardar los documentos editados por el usuario en su computadora o en medios físicos propios ya que la información radicará en Internet permitiendo su acceso desde cualquier dispositivo conectado a la red (con autorización requerida).

#### 2.2.2.2.6. Como se adopta el Cloud en la academia

Es en pocos artículos en los que se encuentra relación del Cloud Computing con la academia, de los recursos consultados tan solo uno hace alusión a la integración del Cloud Computing desde la academia, orientando al uso de sus servicios. En este artículo de título “*Effective use of cloud computing in educational institutions*” [65] hecho por Tuncay Ercan. Él resalta que el Cloud Computing en el 2010 fue una de las nuevas tendencias tecnológicas (Internet de banda ancha, conexión rápida y virtualización) y que probablemente tendrá un impacto significativo en el entorno de enseñanza y aprendizaje. Tuncay [65] nos dice:

*“Cloud computing as an exciting development is a significant alternative today’s educational perspective. Students and administrative personnel have the opportunity to quickly and economically access various application platforms and resources through the web pages on-demand. This*

*automatically reduces the cost of organizational expenses and offers more powerful functional capabilities...*” [Cloud Computing es una alternativa significativa desde la perspectiva educativa actual. Estudiantes y el personal administrativo tiene la oportunidad de acceder rápida y económicamente a varias plataformas de aplicaciones y recursos a través de las páginas web a pedido. Esto reduce automáticamente el costo de los gastos de organización y ofrece capacidades funcionales más potentes.]

*“From the points of advantages provided by cloud, there is a great advantage for university IT staff to take them away the responsibility of the maintenance burden in the university. Cloud provides instant global platforms, elimination of H/S capacities and licenses, reduced cost, simplified scalability. Adopting cloud network redundancy eliminates disaster recovery risks and its high costs...”* [Desde los puntos de ventaja proporcionados por la nube, existe una gran ventaja para que el personal de TI de la universidad los tome lejos de la responsabilidad de la carga de mantenimiento en la universidad. Cloud proporciona plataformas globales instantáneas, eliminación de capacidades y licencias H / S, costo reducido, escalabilidad simplificada. Adopción de redundancia de red en la nube elimina los riesgos de recuperación ante desastres y sus altos costos.]

En su artículo presenta una gráfica que son los resultados de una encuesta que han sido completado en 2009 por los analistas de Gartner sobre las tendencias de TI (especialmente Cloud Computing) muestra que en el área más utilizadas es en finanzas y negocios en comparación con otros sectores. La gráfica se muestra en la figura 18:

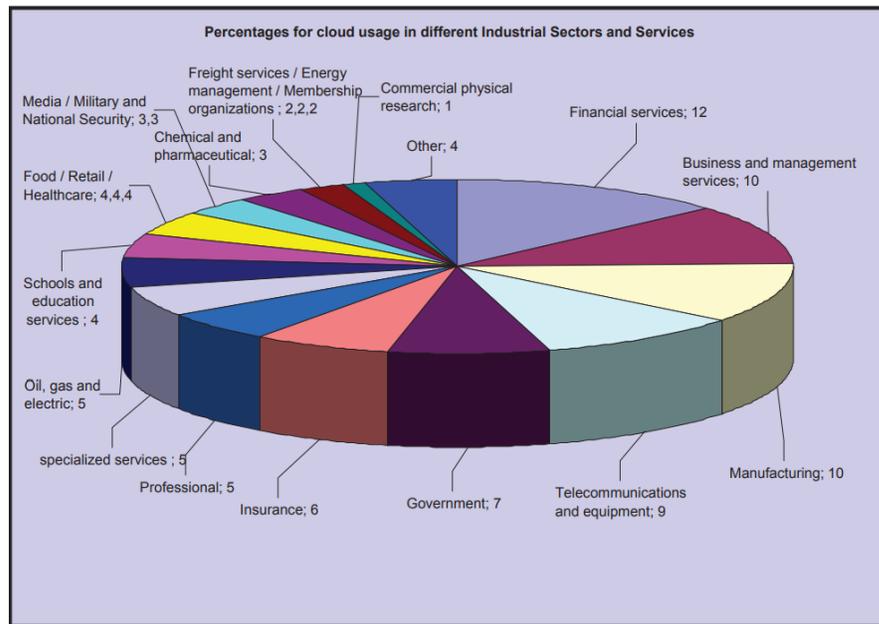


Figura 18. Porcentajes para Cloud Computing en diferentes sectores industriales y servicios

Fuente: Effective use of cloud computing in educational institutions [65]

Ercan afirma que nuestro sistema educativo debe aprovechar esta misma tendencia tecnológica, que enriquecerá la educación habilitada para la tecnología de los estudiantes y, lo que es más importante, reducirá el impacto presupuestario en las instituciones académicas.

#### 2.2.2.2.7. Como se puede medir la eficiencia del Cloud Computing

En su publicación “*cloud service provider (cloud provider)*” [55] Margaret Rouse menciona que hay varias cosas en las que pensar cuando los clientes evalúan a los proveedores de servicios en la nube:

- El costo generalmente se basará en un modelo de utilidad por uso, pero hay una serie de variaciones a considerar.

- La ubicación física de los servidores también puede ser un factor para los datos confidenciales.
- La fiabilidad es crucial si los datos de los clientes deben ser accesibles. Un acuerdo de nivel de servicio (SLA) típico de un proveedor de almacenamiento en la nube, por ejemplo, especifica niveles precisos de servicio, como 99.9% de tiempo de actividad, y el recurso o compensación a los que tiene derecho el usuario en caso de que el proveedor no brinde el servicio tal como se describe.
- La seguridad es otra consideración importante. Organizaciones como la Cloud Security Alliance (CSA<sup>9</sup>) ofrecen certificación a los proveedores de la nube que cumplen con sus criterios. El programa Trusted Cloud Initiative (TCI) de CSA se creó para ayudar a los proveedores de servicios en la nube a desarrollar configuraciones y prácticas de gestión de cumplimiento, acceso e identidad recomendadas e interoperables recomendadas por la industria.

De igual manera, Eissa Aïreshidi realiza un artículo en el presente año (2019) titulado “*COMPARATIVE REVIEW OF WELL-KNOWN CLOUD SERVICE PROVIDERS (CSPS)*” [61] donde se identifican unos puntos claves que son objetos de medición para realizar un ranking de proveedores. Estos son 14:

- I. El plan de precios
- II. El precio medio mensual
- III. El Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA)
- IV. Números de centro de datos
- V. certificación
- VI. Escalabilidad (si fuera posible implementar nuevas instancias de servidor rápidamente)

---

<sup>9</sup> CSA (Cloud Security Alliance): es una organización sin fines de lucro con la misión de "promover el uso de las mejores prácticas para proporcionar seguridad en la computación en la nube y brindar educación sobre los usos de la computación en la nube para ayudar a proteger todas las demás formas de computación"

- VII. Apoyo y vigilancia (soporte)
- VIII. APIs
- IX. Prueba gratuita
- X. soporte de sistemas operativos
- XI. números de tipo de instancia
- XII. diferentes configuraciones de servidor disponible
- XIII. costos de transferencia de datos salientes
- XIV. Coste de transferencia de datos entrantes.

En la publicación “*How to Choose the Right Cloud Computing Service Provider*” [66] hecha por Judith Hurwitz, Robin Bloor, Marcia Kaufman y Fern Halper dividen los tópicos de selección de Cloud en 3 aspectos: Administración de Cloud, Interfaz técnica de Cloud y Seguridad.

Los tópicos son explicados de una manera clara y concisa:

- Administración de Cloud
  - **Acuerdos de nivel de servicio y monitoreo:** Toda empresa que compre cualquier servicio de un proveedor de servicios en la nube debe aceptar un acuerdo de nivel de servicio estándar (SLA) del proveedor o negociar dicho acuerdo.
  - **Soporte:** Los problemas de soporte no desaparecen cuando las aplicaciones o las infraestructuras se trasladan a la nube. Debe asegurarse de que los objetivos de soporte se acuerden de antemano con un proveedor de servicios en la nube.
  - **Facturación y contabilidad:** Una ventaja de la nube es que, como cliente, puede adquirir tanta capacidad como sea necesaria. La facturación y la administración de la cuenta deben estar

automatizadas para que los clientes puedan monitorear lo que están usando y cuánto cuesta.

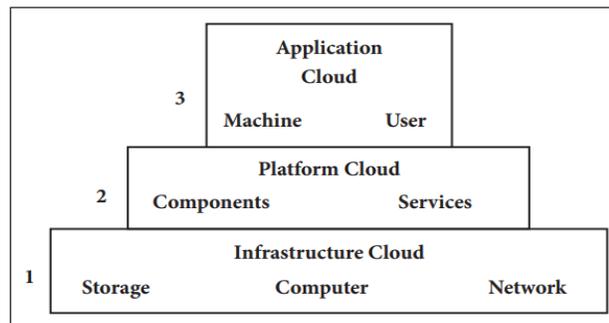
- Interfaz técnica de Cloud
  - **API y transformaciones de datos:** La interfaz de programación de aplicaciones (API) de una nube es la interfaz de software que permite que la infraestructura o las aplicaciones de su empresa se conecten a la nube.
  - **Arquitectura de datos y aplicaciones:** Los nuevos servicios creados internamente que respaldan las demandas cambiantes de la empresa deben operar con ecosistemas en la nube. Es posible que estos servicios necesiten migrar hacia y desde la nube. Esto significa que tendrá que construir una arquitectura que sea lo suficientemente modular como para permitir que los servicios se muevan entre varias plataformas en la nube.
  
- Seguridad
  - **Gestión de identidad:** para que cualquier servicio de aplicación o incluso componente de hardware pueda autorizarse en función de un rol personal o grupal.
  - **Control de acceso:** también debe existir el nivel adecuado de control de acceso dentro del entorno de la nube para proteger la seguridad de los recursos.
  - **Autorización y autenticación:** debe haber un mecanismo de autenticación para que las personas adecuadas puedan cambiar las aplicaciones y los datos.

María Murazzo, Flavia Millán, Nelson Rodríguez, Daniela Segura y Daniela Villafañe en su artículo “DESARROLLO DE APLICACIONES PARA CLOUD COMPUTING “ [64] catalogan algunos obstáculos para la adopción generalizada del Cloud Computing respecto a las características que posee, los cuales son:

- Respecto a rendimiento, disponibilidad, escalabilidad y adaptabilidad
  - Inquietudes sobre latencia de las redes de datos e interrupciones de servicio.
  - Incertidumbre sobre la capacidad para gestionar un gran número de usuarios de forma simultánea.
  - Soluciones Cloud sencillas y estandarizadas, menos adecuadas para procesos complejos.
  
- Respecto a seguridad y normativa:
  - Preocupación sobre la seguridad de los datos, en especial la información crítica de los clientes.
  - Estricta normativa sobre la privacidad y la protección de los datos en algunos países.
  - Normas poco desarrolladas en el intercambio de datos entre países
  
- Respecto a Entorno de los distribuidores:
  - Los planteamientos de algunos proveedores no son claros con respecto a la funcionalidad, el rendimiento y los costes.
  - Inquietudes sobre la viabilidad a largo plazo de algunos proveedores.
  - Estándares de Cloud Computing poco desarrollados, lo que hace que la migración entre proveedores sea difícil.

- Respecto a Inercia organizacional:
  - o Resistencia cultural a compartir datos y cambiar el modo tradicional de trabajar.
  - o Falta de claridad en los procesos de TI.
  - o Grandes inversiones en aplicaciones tradicionales, infraestructura y otros recursos.

En el año de 2018 Basu Aveek y Ghosh Sanchita publicaron un artículo por título “*Implementing Fuzzy TOPSIS in Cloud Type and Service Provider Selection*” [67] donde se crea un método de decisión multicriterio aplicado a encontrar el mejor proveedor de servicios y el más adecuado entre las cuatro principales compañías existentes. Para empezar, propone la siguiente arquitectura de los modelos de Cloud Computing (Figura 19):



*Figura 19. Modelos de Cloud Computing*

Fuente: *Implementing Fuzzy TOPSIS in Cloud Type and Service Provider Selection* [67]

Este artículo analiza los diferentes criterios para elegir el proveedor de servicios adecuado junto con el modelo de implementación utilizando la toma de decisiones de criterios múltiples (MCDM<sup>10</sup>). La evaluación se realizará utilizando la técnica de

<sup>10</sup> MCDM (Multiple-criteria decision-making): es una investigación de subdisciplina de operaciones que evalúa explícitamente múltiples criterios conflictivos en la toma de decisiones (tanto en la vida diaria como en entornos como

pedido Preferencia por similitud con una solución ideal (método TOPSIS<sup>11</sup>). El método MCDM ayuda a los tomadores de decisiones en la integración de mediciones objetivas con juicios de valor que se basan en ideas colectivas grupales en lugar de individuales opiniones, y al utilizar este método se usa la técnica MCDA<sup>12</sup> para determinar la decisión correcta.

MCDA es parte de la investigación operativa que tiene como objetivo seleccionar la alternativa adecuada o ideal entre varias opciones con la ayuda de herramientas matemáticas y computacionales. Se compone de dos categorías principales: toma de decisiones con múltiples atributos y multiobjetivo toma de decisiones. MCDA también se puede clasificar en 2 tipos, a saber, (a) Teoría de utilidad de atributos múltiples y (b) métodos de superación.

En [67] se utiliza el método TOPSIS aplicando MCDM, para hacer una evaluación de proveedores de servicio Cloud respecto a los criterios responsables en la toma de la decisión. Los criterios son:

- Soporte de tamaño empresarial.
- Soporte para industrias versátiles.
- Características de la interfaz de control.

---

negocios, gobierno y medicina). Los criterios conflictivos son típicos en la evaluación de opciones: el costo o el precio suele ser uno de los criterios principales, y alguna medida de calidad suele ser otro criterio, fácilmente en conflicto con el costo.

<sup>11</sup> TOPSIS: La técnica de ordenación de preferencias por similitud a la solución ideal mejor conocida como TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) es un método de análisis de decisión multicriterio el cual fue originalmente desarrollado por Hwang y Yoon en 1981. El método TOPSIS se basa en el concepto del ideal y del anti-ideal en la elección de alternativas. En el método TOPSIS se define un índice llamado similitud o proximidad relativa combinando los valores de la proximidad a la solución ideal positiva y la lejanía respecto a la solución ideal negativa. La idea es seleccionar la alternativa que tenga la máxima similitud con respecto a la solución ideal positiva.

<sup>12</sup> MCDA (Multicriteria Decision Analysis): la toma de decisiones de criterios múltiples es un subgrupo de investigación operativa que ayuda en la toma de decisiones donde existen varios criterios para la toma de decisiones. Descubriendo lo mejor la opción de las alternativas disponibles se conoce como decisión fabricación. En el mundo real, la toma de decisiones es difícil donde hay objetivos conflictivos, diferentes restricciones y resultados finales impredecibles.

- Disponibilidad de soporte de servicios.
- Tipos de sistemas operativos de los servidores.
- Preconfiguración de los sistemas operativos
- Tiempos de ejecución
- Middleware
- Bases de datos nativas.

Los proveedores que fueron objeto de análisis en esta ocasión son: AWS, IBM Bluemix y Google Compute Engine. Los resultados se muestran en la siguiente figura:

Feature Name	Cloud Service Providers					
	Amazon Web Services(AWS)	Major Motivators for Weight Assignment	IBM Bluemix (IB)	Major Motivators for Weight Assignment	Google Compute Engine (GCE)	Major Motivators for Weight Assignment
<i>Business Size Support</i>	Good	Supporting Small-Medium Business	Very Good	Supporting Large - Small-Medium Business	Very Good	Supporting Large - Small-Medium Business
<i>Support for Versatile Industries</i>	Good	Supporting medium range of industries	Very Good	Supporting large set of industries	Poor	Supporting very few industries
<i>Control Interface Features</i>	Very Good	Supporting API, GUI, Web Based Application/Control Panel and Command Line	Poor	Supporting Web Based Application/Control Panel and Command Line	Good	Supporting API, Web Based Application/Control Panel and Command Line
<i>Availability of Support Services</i>	Very Good	Supporting Live Chat, Phone, 24/7, Forums, Online/Self-Serve Resources	Good	Supporting 24/7, Forums, Online/Self-Serve Resources	Good	Supporting 24/7, Forums, Online/Self-Serve Resources
<i>Server OS Types</i>	Very Good	Support Linux and Windows	Good	Supporting Windows	Very Good	Supporting Linux and Windows
<i>Preconfigured Operating Systems</i>	Very Good	Supporting Amazon Linux, Cent OS, Debian, Oracle Enterprise Linux, Red Hat Enterprise Linux, SUSE Enterprise Linux, Ubuntu, Windows Server	Poor	Supporting None	Good	Supporting Cent OS, Debian, Red Hat Enterprise Linux, Ubuntu, FreeBSD, openSUSE Linux
<i>Available Runtimes</i>	Good	Supporting NET, Java, PHP, Python and Ruby	Very Good	Supporting Go, Node, Java, PHP, Python and Ruby	Poor	Supporting None
<i>Middleware</i>	Good	Supports Tomcat	Very Good	Supports Jboss, Tomee	Poor	Supports None
<i>Native Databases</i>	Very Good	Supports CouchDB, Microsoft SQL, MongoDB, MySQL	Good	Supports MySQL and PostgreSQL	Poor	Supports None

*Tabla 7. Comparación de proveedores de servicios en la nube y sus características*

Fuente: Implementing Fuzzy TOPSIS in Cloud Type and Service Provider Selection [67]

Según los resultados que entregan dan como resultado que AWS con sus características entre buenas y muy buenas, los otros proveedores también presentan unas buenas características, pero en algunos aspectos no tiene tan buena calidad.

Al igual que Basu Aveek y Ghosh Sanchita, en el mismo año se publicó un artículo con título "*Multicriteria Evaluation of Cloud Service Providers Using Pythagorean Fuzzy TOPSIS*" [68] hecho por Onar Sezi Cevik, Oztaysi Basar y Kahraman Cengiz utilizan el método TOPSIS, implementando la toma de decisiones de criterios múltiples para realizar un comparativo.

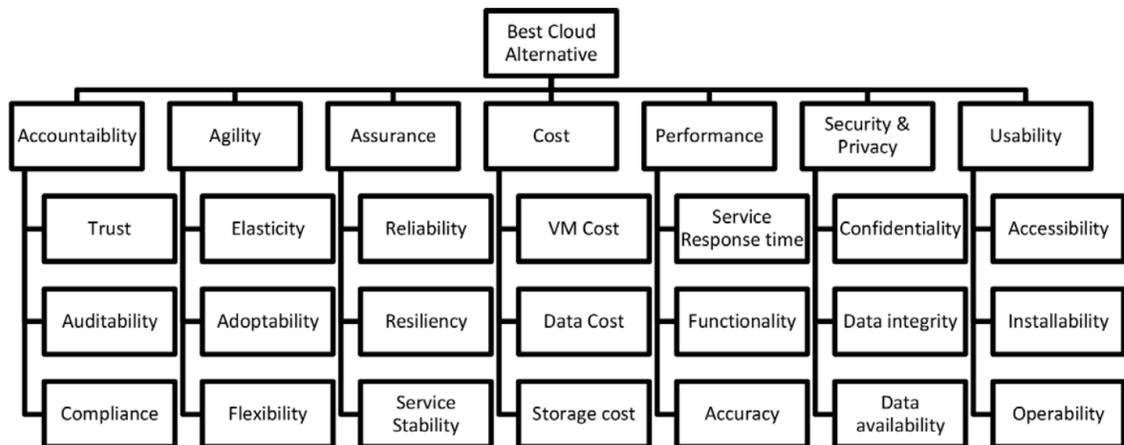
Para esto plantea unos criterios de decisión, los cuales son:

- **La responsabilidad:** define el grado de confiabilidad del proveedor de servicios y hasta qué nivel el comprador puede contar con el proveedor de servicios. Este criterio puede ser independiente del servicio prestado. Los subcriterios considerados bajo el criterio de Responsabilidad son: confianza, audibilidad y cumplimiento.
- **La agilidad** se refiere al nivel en que se cambiará el servicio y a la rapidez con la que puede tener lugar este cambio. Los subcriterios considerados bajo el criterio de agilidad son elasticidad, adaptabilidad y flexibilidad.
- **Garantía:** muestra el nivel de rendimiento del servicio en la nube en el futuro y la capacidad de cumplir con las expectativas. Los subcriterios considerados bajo el criterio de aseguramiento son confiabilidad, resiliencia y estabilidad del servicio.
- **El costo** es el criterio más utilizado en los problemas de selección de SI. Muestra el valor monetario asociado con la alternativa

considerada. Los subcriterios considerados bajo el criterio de costo son el costo de VM, el costo de datos y el costo de almacenamiento.

- **El rendimiento** se centra en cómo la alternativa cumple con las expectativas de servicio de la empresa compradora. El tiempo de respuesta del servicio, la funcionalidad y la precisión son los subcriterios considerados bajo el criterio de rendimiento.
- **Seguridad y privacidad** se ocupa del nivel de seguridad del servicio prestado y hasta qué punto el proveedor del servicio protege la privacidad. La confidencialidad, la integridad de los datos y la disponibilidad de datos son los subcriterios considerados bajo este criterio.
- **La usabilidad** muestra hasta qué punto la alternativa es fácil de aprender y fácil de usar con respecto a los usuarios potenciales. La accesibilidad, la inestabilidad y la operatividad son los subcriterios considerados bajo este criterio.

Estos criterios están representados en un mapa conceptual que se muestra en la siguiente figura:



*Figura 20. Jerarquía de decisiones que involucra 7 criterios y 21 subcriterios*

Fuente: Multicriteria Evaluation of Cloud Service Providers Using Pythagorean Fuzzy TOPSIS [68]

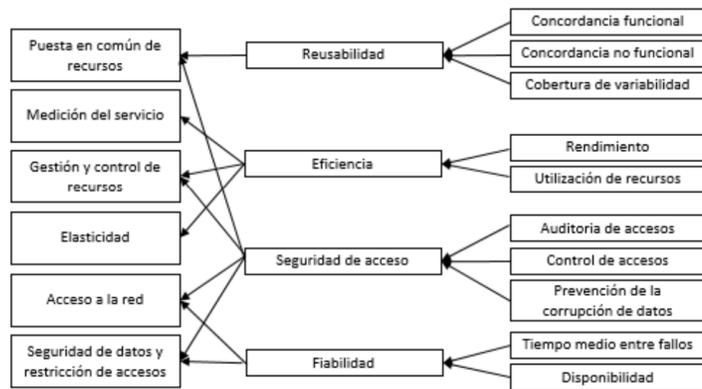
En el artículo “*FRAMEWORK FOR RANKING SERVICE PROVIDERS OF FEDERATED CLOUD ARCHITECTURE USING FUZZY SETS*” [70] hecho por Aruna y Aramudhan en el año de 2016 trata de encontrar un buen proveedor basado en la calidad de servicio sugerido por el índice de medición del servicio (SMI<sup>13</sup>) con el contrato de nivel de servicios. Nos informa que este en el escenario actual, la técnica de SLA juega un papel importante que trae la confianza para el usuario, solicita políticas comerciales y garantiza la Calidad de servicio (QoS<sup>14</sup>) en el lado del usuario. La gestión del SLA se proporciona en tres fases, incluido el establecimiento del SLA, negociación de SLA, monitoreo de SLA y detección de infracciones.

Al igual que Aruna y Aramudhan, Armando Cabrera S, Marco Abad E, Danilo Jaramillo H. y Ana Poma G. publicaron un artículo con nombre “*Incidencia de atributos de calidad de software en el diseño, construcción y despliegue de ambientes arquitectónicos Cloud*” [71] presentan un gráfico donde detallan la calidad de servicio a nivel de Cloud SaaS:

---

<sup>13</sup> SMI (Service Measurement Index): define un marco y un método para el cálculo de un índice relativo, que puede usarse para comparar los Servicios de TI entre sí, o para rastrear los servicios a lo largo del tiempo.

<sup>14</sup> QoS (Quality of Service): Calidad de servicio se refiere a la capacidad de las redes para alcanzar ancho de banda máximo y manejar otros elementos de red como latencia, tasa de error y tiempo de actividad. Calidad de servicio incluir la gestión de otros recursos de redes por asignación de prioridades a un tipo específico de datos (audio, video y archivo).



*Figura 21. Modelo de Calidad de servicio (QoS) para entornos SaaS privados y públicos.*

Fuente: Incidencia de atributos de calidad de software en el diseño, construcción y despliegue de ambientes arquitectónicos Cloud [71]

Adicional a esto, Aruna y Aramudhan, presentan SMI (Service Measurement Index) ayuda a hacer una medición de los proveedores de Cloud gracias a unos algoritmos que el mismo servicio implementa. Además, evalúa los proveedores en muchas características para dar un resultado certero y que este bien fundamentado.

El algoritmo de selección del proveedor de la nube usado en este artículo utiliza métricas de calidad de acuerdo con el Índice de medición de servicios (SMI). Factores para el despliegue en Cloud

#### **2.2.2.2.8. Factores para el despliegue en Cloud**

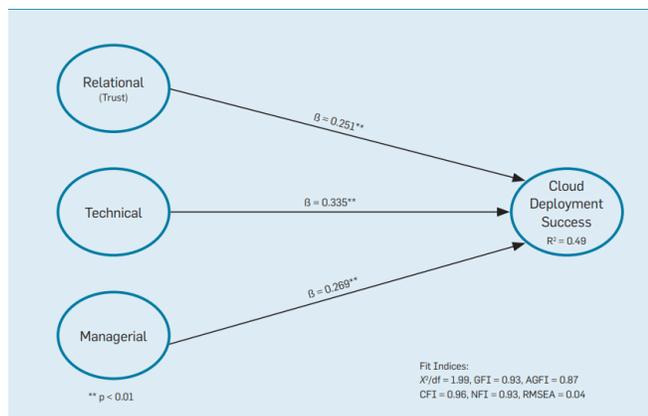
Gary Garrison, Sanghyun Kim y Robin L. Wakefield publican un artículo contributivo en el año de 2012 que lleva por título “*Succes Factors for Deploying Cloud Computing - Factores Exitosos para el despliegue en cloud computing*” [53] que es una investigación orientada a el aprovechamiento de las capacidades en la

implementación de Cloud Computing aportando conceptos claves como lo son beneficios técnicos, administrativos y relacionales que son clave en el despliegue.

- Los beneficios técnicos dan funcionalidad de organización, flexibilidad y escalabilidad.
- Los beneficios administrativos son recursos humanos de TI resultantes de entrenamiento, experiencia y perspicacia.
- Los beneficios relacionales es la capacidad para desarrollar asociaciones positivas con proveedores de TI caracterizados por la confianza.

Describe las categorías del éxito de utilizar Cloud Computing como: estrategia, economía, tecnología, implementación, integración, y utilización.

En las relaciones hipotéticas de implementación Cloud, el éxito depende en vínculos positivos del cliente con la organización desde perspectivas técnicas y administrativas. En la figura 22 se ve representado estos vínculos:



*Figura 22. Modelo de despliegue Cloud*

Fuente: Succes Factors for Deploying Cloud Computing - Factores Exitosos para el despliegue en cloud computing [53]

Binh Minh Nguyen, Viet Tran y Ladislav Hluchy en su artículo “*A GENERIC DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT FRAMEWORK FOR CLOUD COMPUTING AND DISTRIBUTED APPLICATIONS*” [52] trata el tema de que el desarrollo de servicios y el despliegue de aplicaciones en Cloud, es uno de los problemas a la hora de desarrollar para tener aplicaciones en la nube, es decir, la falta de experiencia de estos desarrollos es una gran dificultad.

Por otro lado se trata el tema de las comunicaciones que se pueden tener vía web, concretamente los servicios RESTful API's y como se comunican para el Cloud Computing, evidenciando las ventajas que generan estos servicios a la hora de transmitir datos, ya sea para consulta o envío de datos. Se presenta una capa de abstracción a gran alto nivel de la computación en la nube, donde se habla de abstracción de recursos, como datos, máquina virtual. Adicional a esto hay una abstracción de middleware donde se analiza la arquitectura óptima para realizar un buen despliegue.

#### **2.2.2.2.9. Respecto a software, metodologías de desarrollo, beneficios y orientación al despliegue**

En el artículo publicado por Andrés Navarro Cadavid, Juan Daniel Fernández Martínez y Jonathan Morales Vélez en el año 2013 y que lleva por título “*Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software*” [72] muestran aspectos relevantes de las metodologías de desarrollo tradicional contrastándolas con los aspectos relevantes de las metodologías de desarrollo ágil. Presentan los principios que dan origen al manifiesto implican la satisfacción del cliente mediante entregas tempranas y continuas de software que funcione:

- Requerimientos cambiantes en cualquier etapa del proyecto
- Participación activa del cliente
- Simplicidad
- Equipos de desarrollo motivados y auto-organizados
- Comunicación efectiva
- Auto inspecciones
- Adaptación

Se presentan las tecnologías más representativas para el desarrollo de software que son: Scrum y Extreme Programming. Además de presentar otras metodologías de desarrollo como Crystal, método de desarrollo de sistemas dinámicos, desarrollo orientado a funcionalidades. Cada una de las metodologías se detallan como benefician a los ingenieros de software y programadores, y resalta el cómo se puede llegar a un caso exitoso de desarrollo de software, generando un producto confiable y de aceptación al público.

En el año de 2012, María Murazzo, Flavia Millán, Nelson Rodríguez, Daniela Segura y Daniela Villafañe en su artículo “*DESARROLLO DE APLICACIONES PARA CLOUD COMPUTING*” [64] plantean una arquitectura diseñada para aplicaciones a desplegar en la nube. Para lograr el desarrollo de aplicaciones ubicuas, es necesario independenciar la interfaz de las aplicaciones del código. Esto se puede lograr mediante el uso de la Arquitectura MVC (Modelo – Vista – Controlador). MVC es un patrón de arquitectura de aplicación que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos.

Sus características principales son que el Modelo, las Vistas y los Controladores se tratan como entidades separadas; esto hace que cualquier cambio producido en el Modelo se refleje automáticamente en cada una de las Vistas. Este modelo de arquitectura presenta varias ventajas:

- Hay una clara separación entre los componentes de un programa; lo cual permite implementarlos por separado
- Hay una API muy bien definida; cualquiera que use la API, podrá reemplazar el Modelo, la Vista o el Controlador, sin aparente dificultad.
- La conexión entre el Modelo y sus Vistas es dinámica; se produce en tiempo de ejecución, no en tiempo de compilación

Armando Cabrera S, Marco Abad E, Danilo Jaramillo H. y Ana Poma G. publicaron un artículo con nombre "*Incidencia de atributos de calidad de software en el diseño, construcción y despliegue de ambientes arquitectónicos Cloud*" [71] plantean un ciclo de vida de desarrollo de software orientado a ser desplegado en la nube:

1. **análisis de requisitos**, su propósito es establecer los requisitos de los elementos software del sistema. Implica el análisis y descripción exacta de las necesidades a suplir, la verificación de la implementación, la estimación de costes y el desarrollo de modelos para entender de mejor manera un problema del mundo real.
2. Proceso de diseño de la **arquitectura del software**, su propósito es proporcionar un diseño para el software que lo implementa y que pueda ser verificado con los requisitos.
3. Proceso de **diseño detallado del software**, su propósito es proporcionar el diseño para el software que lo implementa, que pueda ser verificado con los requisitos y la arquitectura de software, y que contenga suficientes detalles para permitir la codificación y pruebas.

4. Proceso de **construcción del software**, su propósito del es producir unidades de software ejecutables que reflejen adecuadamente el diseño de software.
  
5. Proceso de **integración del software**: es la integración de las unidades y componentes de software, produciendo elementos software integrados, coherentes con el diseño de software, que demuestren que los requisitos de software funcionales y no funcionales se satisfacen en una plataforma operativa equivalente o completa.
  
6. Proceso de **pruebas de calificación del software**, permite confirmar que el producto software integrado logra sus requisitos definidos.

Para ellos el software se mide en 4 características: Modelo de calidad, métricas externas, métricas internas y métricas de calidad de uso.

Complementando todo lo mencionado Sussy Bayona, Jose Calvo, Gonzalo Cuevas y Tomas San Feliu en su artículo "*Método para seleccionar un modelo de procesos para desplegar procesos software*" [73]. Se establecen unos ítems para realizar la comparación de modelos de calidad como CCMI, ISO9000, entre otros, como opción para cuando una organización se plantea mejorar sus procesos software puede optar por alguno de los modelos existentes, dependiendo de sus necesidades de negocio

#### 2.2.2.2.10. **Como afecta el Cloud a empresas, beneficios y riesgos**

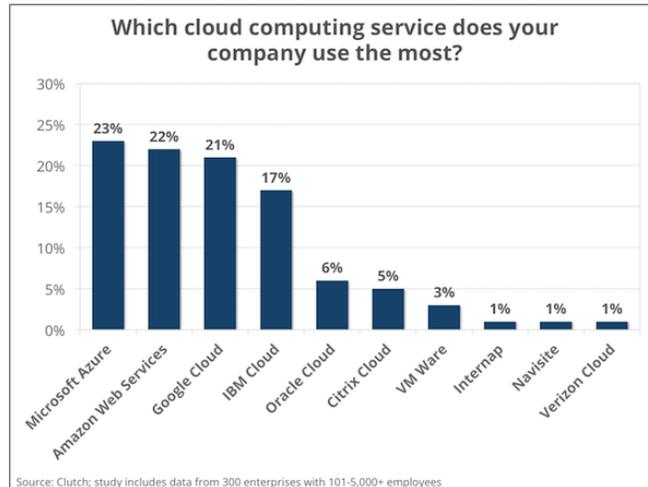
Para el año de 2017 Tom Smith realizó un análisis que lleva por título “*2017 State of the Cloud Report Uncovers Cloud Adoption Trends*” [74] provee estadísticas y los puntos destacados del Informe del estado de la nube de RightScale 2017, brindando unos datos importantes de cómo se comporta el Cloud en la actualidad.

Se destaca a las empresas que son líderes en proveer servicios de Cloud, además de hacer anotaciones de qué tipo es el más usada (privada o pública). También se menciona a las empresas de Cloud privada más destacadas.

Se hace énfasis en presentar los tópicos por los cuáles Cloud se está guiando en el uso de Cloud Computing. Estos van desde el costo que genera usar este servicio hasta el identificar que la mayoría de adopción o preferencia de las empresas es en el uso de Cloud híbrida.

Ya entrando a un análisis más profundo, en la plataforma Clutch.co, que se dedica a realizar calificaciones y categorizaciones, entrevistando y consultando a personas bastante experimentadas en el área genera rankings de los líderes en el mercado. En el caso de Cloud [58] presenta estadísticas en la adopción de las empresas por el Cloud Computing. Los datos que presenta son:

## 1. Los Servicios de Cloud Computing más usados por empresas de mercadeo



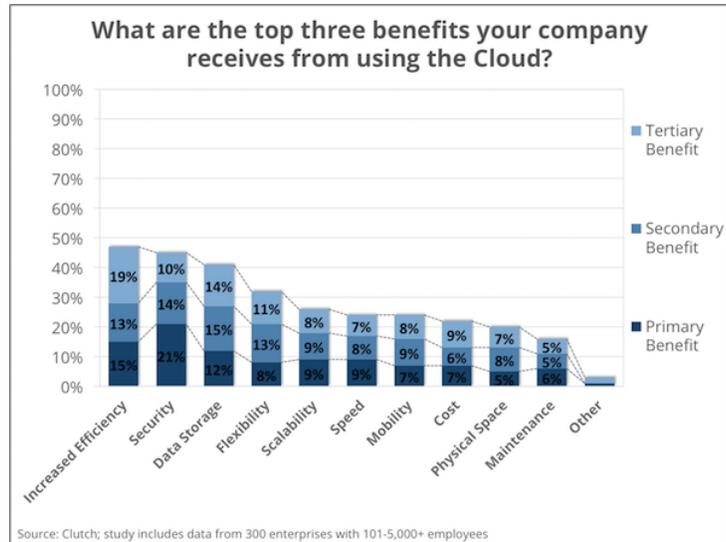
Gráfica 6. ¿Cuál es el servicio de Cloud Computing que su compañía usa más?

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

La cuota de mercado combinada de los cuatro grandes proveedores de la nube por ingresos fue del 54 por ciento a finales de julio de 2015, con AWS a la cabeza, con el 30 por ciento de la cuota de mercado, seguido de Microsoft (10%), IBM (7%) y Google (5%), según Synergy Research Group.

Sin embargo, los encuestados indicaron una distribución más uniforme del uso del servicio en la nube, con Microsoft como la opción más popular (23%), seguido de AWS (22%), Google (21%) e IBM (17%).

## 2. Incremento en la eficiencia es el principal beneficio del Cloud Computing

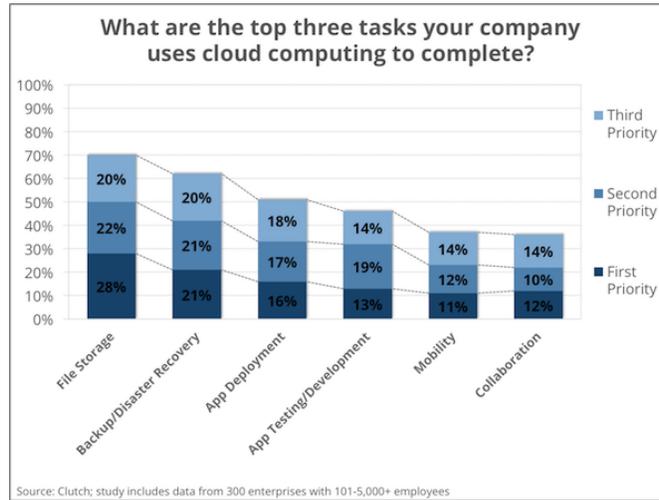


Gráfica 7. ¿Cuál es el top 3 de beneficios que su compañía tiene usando servicios de Cloud Computing?

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

Casi la mitad de las empresas, el 47 por ciento, calificó la mayor eficiencia como uno de los principales beneficios de la computación en la nube. La seguridad (45%) y el almacenamiento de datos (41%) siguieron para completar los tres principales beneficios generales de computación en la nube.

### 3. Empresas que usan el Cloud para almacenamiento de archivos



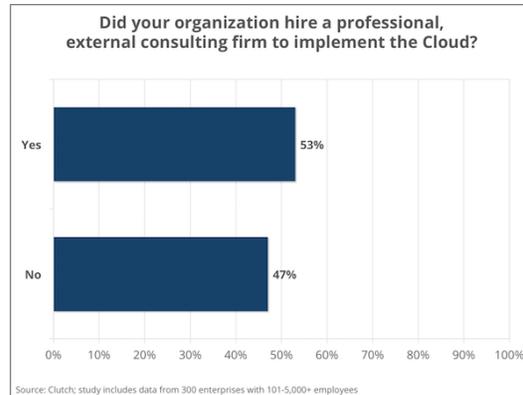
Gráfica 8. ¿Cuál es el top 3 de tareas que su compañía usa servicios de Cloud Computing como complemento?

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

Las empresas identificaron el almacenamiento de archivos como la tarea de primera prioridad para la que utilizan la computación en la nube, seguida de la copia de seguridad y recuperación de archivos (62%) y la implementación de aplicaciones (51%).

En general, el 70 por ciento de las empresas utilizan la infraestructura de la nube principalmente para el almacenamiento de archivos, una categoría amplia que incluye no solo el almacenamiento básico de documentos y archivos, sino también aplicaciones y datos.

#### 4. Cantidad de empresas que implementan el Cloud local versus tercerizarlo



Gráfica 9. ¿Hace que su organización contrate un profesional, consultante externo para implementar Cloud?

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

Más de la mitad de las empresas, el 53 por ciento, contrata a una empresa de consultoría profesional externa para implementar la infraestructura de la nube.

#### 5. Gasto empresarial en Cloud Computing en 2016



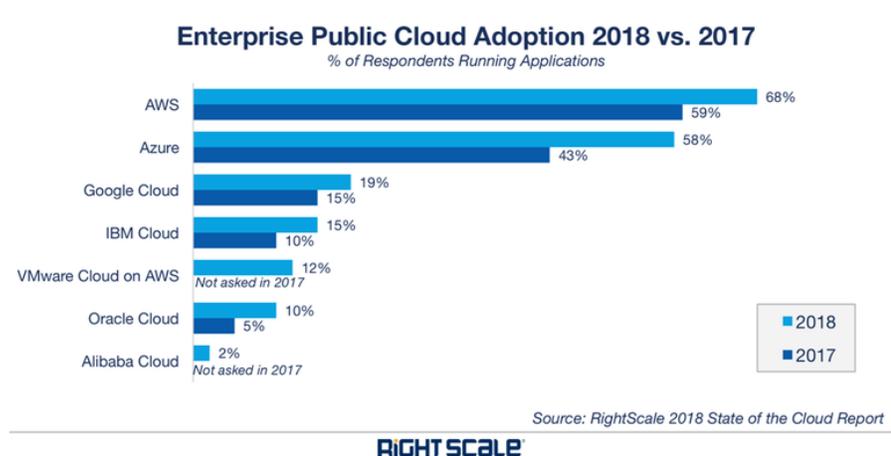
Gráfica 10. ¿Cuánto espera que su compañía gaste en Cloud Computing en 2016 respecto a 2015?

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

El 90 por ciento de las empresas planean aumentar o mantener el gasto anual en computación en la nube en 2016.

En 2018 Larry Dignan realizó un comparativo de los proveedores de Cloud líderes del momento, esta publicación se puede encontrar como “*Top Cloud Providers 2018: How AWS, Microsoft, Google, IBM, Oracle, Alibaba stack up*” [75] en donde menciona que en los principales proveedores de nube pública, está claro que AWS y Microsoft Azure son los dos más sobresalientes. La encuesta de RightScale a 997 encuestados en múltiples industrias y tamaños de empresas nos presenta las siguientes estadísticas:

- **Adopción de Cloud Computing por las empresas 2018 vs. 2017**

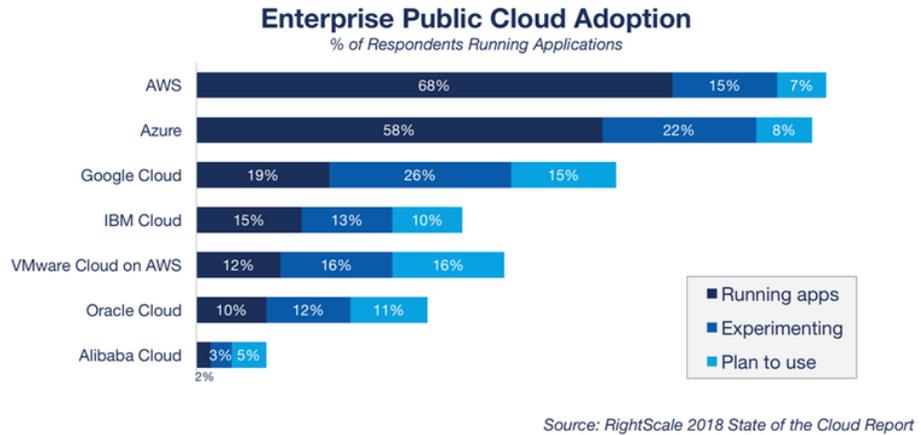


Gráfica 11. Adopción empresarial de Cloud pública 2018 vs 2017

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

Se puede detectar que AWS sigue siendo el líder, pero es destacable que en el cambio de año Azure redujo la brecha que existe entre estos dos.

- **Adopción de Cloud público por las empresas**



Gráfica 12. Adopción empresarial de Cloud pública

Fuente: Best Cloud Service Providers [58]

Es de resaltar que AWS es la que tiene mayor adopción.

Luis Joyanes Aguilar en su artículo “*Computación en la Nube e innovaciones tecnológicas*” [76] trae a colación que los tres eventos anuales de relevancia mundial (Feria CES de Las Vegas, World Mo-bile Congress en Barcelona y CeBIT, feria de computación de Hannover) marcan las tendencias a seguir por organizaciones y empresas, y predicen los cambios sociales y tecnológicos que se avecinan. 2012 no ha sido una excepción. Los tres eventos se han centrado en la nube como arquitectura tecnológica dominante.

De igual forma, prestigiosos informes confirman la tendencia: Cloud Computing como aglutinador de los negocios, la industria, los medios de comunicación...Asimismo, a la nube se incorporan servicios ofrecidos por grandes empresas, además de las PYMES, su hábitat natural.

Cloud Computing será utilizado por organizaciones, empresas y consumidores particulares como herramienta para optimizar costos de infraestructuras y mantenimiento, al trasladar parte de su hardware y software a la nube. El almacenamiento físico no estará en unidades privadas, pasando también a la nube. Por otra parte, la mejora de la escalabilidad, unida a la popularización de los servicios de Cloud, el uso de aplicaciones móviles y medios sociales, conducirán gradualmente hacia la plena migración. Los tres servicios más conocidos de la nube, IaaS, PaaS y SaaS serán ofrecidos por multitud de proveedores, que facilitarán la toma de decisiones.

Los proyectos de TI en la nube deberán velar, en cualquier forma, por la seguridad, la elección del proveedor, la escalabilidad, la evaluación (posibilidad de realizar pruebas previas antes de la contratación), la implantación de tarifas planas, el acuerdo previo de nivel de servicios (SLA), la protección y privacidad de los datos.

Cloud Computing ha madurado, y podrá ya mantener un crecimiento constante. Esto va de la mano con que las tendencias predominantes serán la movilidad y la ubicuidad.

#### **2.2.2.3.      *Publicación***

Gracias a las fases planteadas en la metodología adoptada en la presente investigación para construir el estado del arte de forma correcta se deja claro que su impacto en el desarrollo es vital y los resultados son los esperados. Es por esto que la información recolectada y organizada es idónea para presentar al público.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

Este capítulo detalla: la clase de estudio, el enfoque de este, los procesos realizados para su desarrollo, también se describe la población objeto de estudio, así como los instrumentos utilizados para la recolección de la información y el procedimiento para su aplicación.

Posteriormente se especifica cómo se llevó a cabo el proceso de análisis de la información, qué software se utilizó para el tratamiento de esta y la información nueva que se generó, además, cómo se hizo la validez y la confiabilidad de los datos; finalmente se explican las etapas o fases de desarrollo de la investigación.

#### 3.1. Tipo y enfoque de la investigación

De acuerdo con José Martínez Rodríguez [77]

*“la investigación cualitativa esencialmente desarrolla procesos en términos descriptivos e interpreta acciones, lenguajes, hechos funcionalmente relevantes y los sitúa en una correlación con el más amplio contexto social.”*

Algunas características de una investigación cualitativa son:

- La investigación cualitativa produce datos descriptivos trabajando con las propias palabras de las personas, y con las observaciones de su conducta.
- Empleando la observación participante, la entrevista no estructurada, la entrevista biográfica, las historias de vida, las entrevistas grupales, las encuestas cualitativas, realiza análisis a través de esquemas y categorías abiertas.

- Tiende a ser flexible en su metodología, la forma específica de recolección de información se va definiendo y transformando durante el transcurso de la investigación, dadas las condiciones naturales en las que se realiza.
- El Papel del investigador en la investigación cualitativa es la de interactuar con los individuos en su contexto social, tratando de captar e interpretar el significado y el conocimiento que tienen de sí mismo y de su realidad, ya que se busca una aproximación global y naturalista a las situaciones sociales y a los fenómenos humanos con el propósito de explorarlos, describirlos, y comprenderlos a partir de un proceso de interpretación y construcción teórica.
- Las técnicas utilizadas actualmente en la investigación cualitativa para recolectar la información son principalmente: la observación (directa, participante) la entrevista cualitativa (estructurada o no estructurada) y la investigación no intrusiva (incluye el estudio de documentos), entrevistas, historias de vida, observación etnográfica, testimonio focalizado.

Ahora bien, según Carlos Arturo Monje Álvarez [78], da una definición de la metodología cuantitativa y su uso:

*“la metodología cuantitativa la medida y la cuantificación de los datos constituye el procedimiento empleado para alcanzar la objetividad en el proceso de conocimiento. La búsqueda de la objetividad y la cuantificación se orientan a establecer promedios a partir del estudio de las características de un gran número de sujetos. De ahí se deducen leyes explicativas de los acontecimientos en términos de señalar relaciones de causalidad entre los acontecimientos en términos de señalar relaciones de causalidad entre los acontecimientos sociales. Las explicaciones proporcionadas se contrastan con la realidad factual de manera que su concordancia con ella define la veracidad y objetividad del conocimiento obtenido.”*

Narcisa Cedeño Viteri [79] se refiere a la investigación cuanti-cualitativa o método mixto como:

*“la investigación se sustenta en las fortalezas de cada método (cuantitativo y cualitativo) y no en sus debilidades; formular el planteamiento del problema con mayor claridad, así como las maneras más apropiadas para estudiar y teorizar los problemas de investigación; producir datos más ricos y variados mediante la multiplicidad de observaciones, ya que se consideran diversas fuentes y tipos de datos, contextos o ambientes y análisis; potenciar la creatividad teórica por medio de suficientes procedimientos críticos de valoración; efectuar indagaciones más dinámicas, apoyar con mayor solidez las inferencias científicas; permitir una mejor exploración de los datos; oportunidad para desarrollar nuevas destrezas o competencias en materia de investigación, o bien reforzarlas.”*

En este sentido con el fin de enriquecer y solidificar la presente investigación se realiza un estudio desde el paradigma cuantitativo para indagar la calidad de los servicios ofrecidos por los proveedores de Cloud Computing en cuanto a tiempos de respuesta, capacidad, fiabilidad, entre otras características desde la parte de performance, almacenamiento y bases de datos. Además de calcular los tiempos de realización de unos experimentos por parte de las personas que son objeto de estudio; desde el paradigma cualitativo se estimó las variables de características que hacen funcional y confiable a un proveedor de Cloud, su impacto en la comunidad y el cómo es abarcado desde un ámbito profesional y académico.

Con respecto al enfoque, el método de investigación será comparativo, y el alcance que tiene el estudio es descriptivo. Esto porque se va a tomar una tecnología con distintas herramientas y a explorar sus generalidades, características y componentes; según Carlos Gómez y Elda Ayde de León [80] el método

comparativo o el análisis comparativo en un procedimiento que se ubica entre los métodos científicos más utilizados por los investigadores. Junto con el método experimental y el estadístico. El objetivo fundamental del método comparativo consiste en la generalización empírica y la verificación de hipótesis.

El estudio es no experimental, más exactamente cuasiexperimental. Según Ana Ferrari [81] un estudio cuasi experimental es

*“...un tipo de investigación analítica, prospectiva en la cual, se lleva a cabo la manipulación de una variable independiente por parte del investigador para medir resultados de un fenómeno o variable dependiente sobre un grupo de sujetos...”*

La importancia de los estudios cuasiexperimentales radica en que pueden ser aplicados en entornos organizacionales, análisis conductuales, estudios de mercado, grupos focales, donde no se exige la rigurosidad de un tratamiento científico, más lo importante es obtener hallazgos con una base sustentada.

### **3.2. Delimitación de la población**

La investigación se realiza en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) sede central.

La unidad de estudio quedó constituida por los estudiantes de Ingeniería de Sistemas y Computación, pertenecientes a la institución ya mencionada. Con los estudiantes se emplean aplicaciones de software, encuestas, entre otras herramientas de recolección de datos, con las cuales cada estudiante participe realiza para dar solución a diferentes experimentos que involucran el uso de Cloud Computing.

Para el caso se hace uso de un muestreo no probabilístico, específicamente, un muestreo por cuotas, que permite en el que los investigadores pueden formar una muestra que involucre a individuos que representan a una población y que se eligen de acuerdo con sus rasgos o cualidades.

Con el fin de indagar en la actualidad del Cloud Computing se requiere hacer una consulta a expertos sobre el tema que se desempeñen tanto en el campo laboral como en el campo académico, para esto se hace uso del método Delphi.

Según Astigarraga [82] Delphi consiste en:

*“...la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes.”*

Debido a que el término de "experto" es ambiguo. Independientemente de los títulos que posea, su función o su nivel jerárquico, el experto será elegido por su capacidad de encarar el tema. La falta de independencia de los expertos puede constituir un inconveniente; por esta razón los expertos son aislados y sus opiniones son recogidas por vía postal o electrónica y de forma anónima.

### **3.3. Variables**

Las variables dependiente e independiente son las dos variables principales de cualquier experimento o investigación [83]. La independiente (VI) es la que cambia

o es controlada para estudiar sus efectos en la variable dependiente (VD). La dependiente es la variable que se investiga y se mide.

Pueden ser vistas entonces como causa (variable independiente) y efecto (variable dependiente). La independiente es controlada por el experimentador, mientras que la dependiente cambia en respuesta a la independiente.

Es por esto que las variables a manejar son:

- Variable independiente
  - Proveedor Cloud
  - Estrategia pedagógica
  - Herramientas software
  
- Variable dependiente
  - Habilidades de la persona al hacer un despliegue en Cloud

### 3.4. Contexto demográfico

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – sede central, es la universidad pública de Boyacá, y su información [84] es:

- **Misión**

Formar personas como profesionales integrales en diferentes niveles de educación superior, fortaleciendo las actividades de docencia, investigación, extensión e internacionalización, como aporte a la transformación y al desarrollo de la sociedad.

- **Visión (2026)**

Seremos una institución de educación superior de excelencia académica a nivel regional, nacional e internacional, reconocida por liderar el mejoramiento de la calidad de la educación, el desarrollo social sustentable, cultural y económico, con justicia, equidad, responsabilidad social, innovación, competitividad y pertinencia con la región y el país.

La U.P.T.C. está ubicada en la ciudad de Tunja, capital del departamento de Boyacá, situado sobre la cordillera oriental de los Andes a 115 km al noreste de Bogotá. Es la ciudad capital más alta del país [85].

#### **3.4.1. Población y muestra**

En la escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación sede central para el semestre académico 2019-I se encuentran matriculados 341 estudiantes, es decir, esta cantidad de estudiantes es la población Teorética.

Teniendo en cuenta lo anterior, se deben elegir alrededor de 10 estudiantes que puedan pertenecer a la muestra y deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser estudiantes de Ingeniería de Sistemas y Computación sede central.
- Haber curso todas las materias hasta el penúltimo semestre académico.
- Tener un promedio académico acumulado igual o superior a 3,5.

En cuanto a los expertos, se hace la elección de tener la colaboración de:

- 3 expertos del ámbito académico
- 3 expertos del ámbito laboral

Para generar un aporte equilibrado desde cada punto de vista en las habilidades que deben tener los estudiantes y futuros profesionales al hacer un despliegue en Cloud.

### **3.5. Instrumentos y fuentes de información**

En los siguientes párrafos se hará una descripción de los instrumentos que se emplearon para la recolección de datos de la investigación desarrollada, los cuales permitieron determinar el valor, dato o respuesta de las variables investigadas.

#### **3.5.1. Cuestionario**

Según Julio Meneses y David Rodríguez [87], el instrumento estandarizado que utilizamos para la recogida de datos durante el trabajo de campo de algunas investigaciones cuantitativas, fundamentalmente, las que se llevan a cabo con metodologías de encuestas. En pocas palabras, se podría decir que es la herramienta que permite al científico social plantear un conjunto de preguntas para recoger información estructurada sobre una muestra de personas, utilizando el tratamiento cuantitativo y agregado de las respuestas para describir la población a la que pertenecen o contrastar estadísticamente algunas relaciones entre variables de su interés.

#### **3.5.2. Observación participativa**

Con la observación participante, el investigador se involucra como observador y actor, siendo una estrategia más adecuada para llegar al objetivo de la

investigación. El éxito radica en que la observación participante logre la inclusión del objeto de estudio con la mayor fidelidad.

Se trata de una observación sistemática y estructurada que permite una minuciosa exploración de los acontecimientos que persigue. Y se trata de una observación continuada que se halla incardinada en la teoría, en tanto que es ésta la que proporciona los conceptos y la trama de referencia.

El investigador trata durante el tiempo de convivencia participativa de observar con detalle los distintos rasgos que componen la cultura del grupo humano que estudia. Se trata con ello de examinar conceptos. La mayor ventaja de esta estrategia se deduce que dichos elementos se desarrollan temporalmente en largos ciclos, de modo recurrente, con lo cual no podrían ser observados instantáneamente. [88]

### **3.5.3. Rúbrica de opinión**

Las rúbricas son una herramienta que ayuda a evaluar el aprendizaje del alumnado haciendo que los propios estudiantes también conozcan sus errores mediante la autoevaluación. La rúbrica en sí es un documento que describe distintos niveles de calidad de una tarea o proyecto, dando un feedback informativo al alumnado sobre el desarrollo de su trabajo durante el proceso y una evaluación detallada sobre sus trabajos finales. [89]

### **3.5.4. Método Delphi**

Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes.

Es decir, el método Delphi procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de cuestionarios sucesivos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima (actualmente es habitual realizarla haciendo uso del correo electrónico o mediante cuestionarios web establecidos al efecto) para evitar los efectos de "líderes". El objetivo de los cuestionarios sucesivos es "disminuir el espacio intercuartil precisando la mediana". [82]

### **3.5.5. Análisis Documental**

El análisis documental es un trabajo mediante el cual por un proceso intelectual extraemos unas nociones del documento para representarlo y facilitar el acceso a los originales. Analizar, por tanto, es derivar de un documento el conjunto de palabras y símbolos que le sirvan de representación.

En este amplio concepto, el análisis cubre desde la identificación externa o descripción física del documento a través de sus elementos formales como autor, título, editorial, nombre de revista, año de publicación, etc., hasta la descripción conceptual de su contenido o temática, realizada a través de los lenguajes de indización, como palabras clave o descriptores del tesoro. [90]

### **3.5.6. Observación experimental**

La observación se basa en la capacidad de percepción y de decisión del ser humano. Hay una observación ordinaria, que constituye una importante fuente de información en la vida cotidiana, y una observación científica, que proporciona

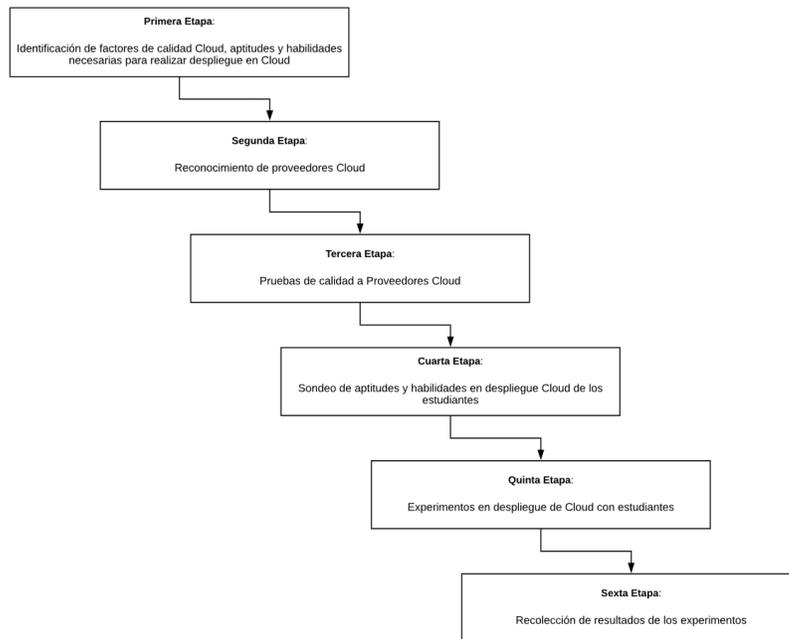
conocimiento objetivo, válido y fiable para dar respuesta a una pregunta de investigación planteada.

La fiabilidad del método observacional se refiere al control de calidad de los datos que nos informa si existe coincidencia en los juicios emitidos por un mismo observador en la misma situación de observación, pero en dos momentos diferentes o por dos observadores diferentes que se enfrentan de forma independiente a la misma situación de observación.

La observación científica es una forma de captar la realidad que puede ser aplicada con rigor y sistematicidad, y que en definitiva posibilita la recogida de información relevante en un estudio científico. [91]

### **3.6. Etapas de la investigación**

La investigación se planea en seis etapas, que permitan el cumplimiento de los objetivos propuestos. Las etapas se proyectan en el siguiente diagrama:



*Figura 23. Etapas de la investigación*

Fuente: Autor

### **3.6.1. Primera Etapa: identificación de factores de calidad Cloud, aptitudes y habilidades necesarias para realizar despliegue en Cloud**

En esta etapa se identifica los factores de calidad de Cloud, aptitudes y habilidades para realizar despliegue en Cloud, es decir, las líneas base de las temáticas necesarias para realizar un despliegue en Cloud de una aplicación eficiente. Para cumplir este propósito en primer lugar a partir del desarrollo del marco teórico y el estudio del arte se encuentran los tópicos sobre la calidad de Cloud y como identificar un buen servicio, con base en la identificación de estas características y las posibilidades didácticas que se pueden emplear para fortalecer y desarrollar el proceso de despliegue en Cloud.

Como segunda medida se implementa el método Delphi como método de análisis de decisión. Para esto se crea un cuestionario de diagnóstico constituido por 11 ítems, el cual permite realizar un diagnóstico en identificación tanto de factores de Cloud, como de las aptitudes y habilidades necesarias para realizar un despliegue exitoso. Este es enviado a un grupo de expertos conformado por 6 expertos, de los cuales 3 son empresarios que utilizan el Cloud como servicio en el ámbito profesional y 3 son docentes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de la escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación que tienen una vasta experiencia en el ámbito académico. Si en las respuestas existe un desacuerdo notable se da a conocer a cada uno de los expertos todas las respuestas de una forma anónima, y se vuelve a aplicar la encuesta con el fin de llegar a un común acuerdo entre todos.

El instrumento es creado con el servicio de Google Forms y divulgado a través de correo electrónico para su correspondiente contestación. Este involucra preguntas relacionadas con tipos de proveedor de Cloud factores que influyen en la elección de un proveedor Cloud, servicios que se manejan, beneficios del Cloud, necesidad de Cloud en el estudiante y en qué áreas de conocimiento debe ser fuerte el estudiante para realizar un despliegue en Cloud. (*Anexo 3. encuesta\_cloud\_expertos.pdf*)

### **3.6.2. Segunda Etapa: reconocimiento de proveedores Cloud**

En esta etapa se realiza la caracterización de los proveedores de Cloud Computing, con el fin de identificar cuál de ellos es de los más recomendables para la ejecución de un despliegue y cuyas características sean beneficiosas para un estudiante y profesional al realizar tareas de este tipo.

Basados en el estudio del arte, se escogen los líderes de Cloud Computing. El fin es presentar el estado de las características de cada uno de los proveedores que sean de mayor uso en el mundo laboral para que el estudiante pueda identificar características de la tecnología y le sean útiles para prepararse para enfrentar un proceso de despliegue en Cloud.

Para el proceso de caracterización de cada uno de los proveedores se procede a ir a la documentación oficial de cada uno de ellos y extraer los datos requeridos. Adicional a esto, con base en estado al arte se complementa la información necesaria para la caracterización de cada uno de los proveedores.

Las características que se desea en los proveedores de Cloud, es cantidad de servicios ofertados, haciendo énfasis en performance, bases de datos y almacenamiento de archivos (storage). También es ideal conocer características como su plan de cobro, el costo, una indagación sobre el acuerdo de nivel de servicios, locaciones geográficas de las instalaciones físicas, su identificación empresarial, quienes confían en ellos, entre otros.

### **3.6.3. Tercera Etapa: pruebas de calidad a Proveedores Cloud**

Con el fin de realizar una evaluación a cada uno de los proveedores de Cloud se crea una página landing (Anexo 4. Página Landing Cloud) que se despliega múltiples veces en máquinas virtuales con diferentes características, se crea una base de datos de prueba en cada uno de los proveedores y se almacenaran distinto tipo de archivos en un servicio del proveedor para realizar pruebas en los servicios de performance, bases de datos y storage respectivamente.

La página landing se crea en tecnologías de **HTML5**<sup>15</sup>, **CSS3**<sup>16</sup> y **JavaScript**<sup>17</sup>, usando el framework **Bootstrap**<sup>18</sup>. Cuando la página este desplegada a través de la herramienta de **FileZilla**<sup>19</sup> en cada una de las máquinas virtuales se analiza el tiempo de carga que genera cada una de las máquinas con la herramienta **PageSpeed Insights**<sup>20</sup>, con estos datos se utiliza el método de **promedios móviles**<sup>21</sup> para calcular el promedio de carga de las máquinas virtuales (VM) de cada uno de los proveedores de Cloud y se utiliza como pronóstico para el siguiente periodo el promedio de los n valores de los datos recolectados. Las pruebas a cada uno de los proveedores se hacen con conexión a WiFi que provee una señal de 20 Mbps de velocidad.

$$\text{Promedio móvil proveedor} = \frac{\sum n \text{ tiempo de carga por VM}}{n}$$

*Ecuación 7. Promedio móvil carga de sitios web por proveedor*

Para la prueba a base de datos se crea la misma base de datos en los diferentes proveedores, se hace la conexión a cada una de las instancias de base de datos y se hace solicitudes tipo GET, POST, UPDATE y DELETE para verificar que el

---

<sup>15</sup> HTML5 es un estándar que sirve como referencia del software que conecta con la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código (denominado HTML) para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, vídeos, juegos, entre otros.

<sup>16</sup> CSS3 es un lenguaje de diseño gráfico que permite definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado. Es muy usado para establecer el diseño visual de los documentos web e interfaces de usuario escritas en HTML.

<sup>17</sup> JavaScript es el lenguaje de programación que debes usar para añadir características interactivas a tu Sitio Web

<sup>18</sup> Bootstrap facilita la maquetación de sitios web, además de ser compatible con preprocesadores

<sup>19</sup> FileZilla es un para la administración de los archivos en la web.

<sup>20</sup> PageSpeed Insights es una herramienta de Google para analizar y evaluar la velocidad de carga de unas páginas web y, lo más importante, además proporcionar una serie de utilísimas sugerencias y herramientas asociadas para mejorar esta velocidad de carga.

<sup>21</sup> Cuando se usa el método de promedios móviles se está suponiendo que todas las observaciones de la serie de tiempo son igualmente importantes para la estimación del parámetro a pronosticar

servicio permita ejecutar estas solicitudes. Para esto se hace uso de la herramienta HeidiSQL <sup>22</sup> que permite realizar conexiones y administrar remotamente los servidores de base de datos.

#### **3.6.4. Cuarta Etapa: sondeo de aptitudes y habilidades en despliegue Cloud de los estudiantes**

En esta etapa se realiza un sondeo en cómo se encuentran los estudiantes en cuanto a aptitudes y habilidades en el despliegue de aplicaciones en Cloud y el uso de los servicios que brindan los distintos proveedores de este.

Es importante indagar en el nivel de conocimiento del estudiante sobre manejo de tecnologías de desarrollo y el correspondiente despliegue de una aplicación que involucre tecnologías de desarrollo, base de datos y almacenamientos de archivos.

Para esto se realiza una encuesta abierta, creada en el servicio de Google Forms y distribuida a través de correo electrónico a estudiante que cumplan sean parte de la muestra de esta investigación. La encuesta está constituida por 10 ítems, los cuales tienen como objetivo indagar en como tienen conocimiento de la tecnología, la experiencia que hayan tenido los estudiantes en el trato de la tecnología Cloud, sus conocimientos sobre la misma como que tipos servicios y tecnologías tiene para ofrecer. (*Anexo 5. Encuesta\_sondeo\_cloud\_estudiantes.pdf*)

---

<sup>22</sup> HeidiSQL permite realizar las operaciones de base de datos más comunes y avanzadas, sin embargo, aún sigue en desarrollo a fin de integrar la máxima funcionalidad que se espera en una interfaz de base de datos de SQL.

Adicional se crea una serie de experimentos donde se prueba la capacidad del estudiante para realizar la administración de un servidor en el que se vaya a desplegar los servicios de computación, manejo de base de datos y almacenamiento de archivos. El objetivo de estos experimentos es que no solo el investigador se dé cuenta del nivel de habilidad que tiene el estudiante en procesos de despliegue y administración de aplicaciones en un servidor en Cloud, sino que también el estudiante identifique sus falencias y de esta manera encontrar la forma de mejorar sus habilidades en este tema. (Anexo 6. *Prueba\_concepto\_sondeo\_estudiantes.pdf*)

### **3.6.5. Quinta Etapa: experimentos en despliegue de Cloud con estudiantes**

Con el fin de mejorar los conocimientos de los estudiantes que son objeto de estudio, y en general para aquellos que examinen la presente investigación se crea una aplicación web para ser desplegada en Cloud y que involucre uso computacional, manejo de base de datos y que haga uso de un servicio de almacenamiento de archivos. La aplicación es construida con varios frameworks:

- Para la parte frontend se usa el framework Angular 7 en su versión 7
- Para la parte de backend se usa el framework NodeJS en su versión 11
- Para el manejo de base de datos se hace uso del gestor de base de datos MySQL versión 8
- Para la carga de archivos al servicio de almacenamiento se hace uso del SDK brindado por cada uno de estos servicios.

Se hace entrega de la aplicación funcionalmente eficiente de tipo comercial, es decir, el código fuente y los scripts necesarios para realizar el despliegue a los estudiantes que están siendo objeto de estudio en la presente investigación, junto

con las credenciales de un espacio disponible en la cuenta de Cloud que haya sido seleccionada para realizar el presente experimento.

Adicional a esto se entrega unas guías instructivas de entrenamiento que sirve de referencia en el despliegue de la aplicación, que, por su naturaleza en manejo de base de datos, uso de servicios web API REST y almacenamiento de archivos, todos estos orientados a Cloud, es considerada como una aplicación robusta.

El estudiante tendrá como reto realizar el despliegue en el proveedor seleccionado de la aplicación exitosamente, para esto la prueba se lleva a cabo con acompañamiento del investigador, con el fin de resolver ambigüedades, realizar aclaraciones y/o correcciones sobre el material instructivo, gracias a esto se puede mejorar el material guía en el despliegue de aplicaciones Cloud que es referente para los estudiantes de Ingeniería de Sistemas y Computación, además de mejorar las habilidades de quienes realicen este ejercicio. Para esto se aplica una prueba donde hagan uso de las tecnologías en Cloud y se despliegue la aplicación. (*Anexo 7. Prueba\_despliegue\_en\_Cloud.pdf*)

También se determina el tiempo de que gastan los estudiantes para realizar el ejercicio, que tanta asesoría o ayuda solicita de algún compañero y/o del investigador, y observaciones que se vayan detectando durante el desarrollo del ejercicio, esto en pro de la mejora del material que se construyó.

### **3.6.6. Sexta Etapa: recolección de resultados de los experimentos**

Para esta etapa final se hace una encuesta a los estudiantes para determinar la mejora en el proceso de despliegue de una aplicación comercial, robusta y eficiente

en Cloud. Con el fin de recolectar esta información se crea una encuesta final para los estudiantes, que consta de 9 ítems y su objetivo es identificar la mejora de las habilidades de despliegue en Cloud de los mismos.

El instrumento busca indagar sobre la percepción de la calidad del material entregado a los estudiantes, falencias detectadas del material por parte de los estudiantes, falencias de las estudiantes detectadas por el material, el cómo complementa el material a su formación académica (si lo hace), sugerencias sobre el contenido del material y como el estudiante cree que le puede ayudar el material en su vida profesional. (Anexo 8. *encuesta\_pos\_experiemnto\_despliegue\_cloud.pdf*)

## 4. IMPLEMENTACIÓN

Teniendo las etapas ya identificadas, se hace la implementación de estas para lograr el fin de la investigación, el cual es el cumplimiento de los objetivos. A continuación, se presenta lo realizado en cada una de estas etapas.

### 4.1. Plan de análisis de datos

Para este estudio se estableció un plan de análisis de resultados siguiendo las pautas según los objetivos propuestos, se utilizó la estadística descriptiva e inferencial.

Los estadísticos descriptivos, son un conjunto de procedimientos que tienen por objeto presentar grupos de datos por medio de tablas, gráficos y/o medidas de resumen.

De acuerdo con lo anterior, En el caso de la estadística descriptiva se sustituye o reduce el conjunto de datos obtenidos por un pequeño número de valores descriptivos, como pueden ser: el promedio, la mediana, la media geométrica, la varianza, la desviación típica, etc. Estas medidas descriptivas pueden ayudar a brindar las principales propiedades de los datos observados, así como las características clave de los fenómenos bajo investigación [93]. En el estudio se utilizaron estadísticos descriptivos como: medidas de tendencia central, uso de frecuencias, porcentajes, gráficos.

Una vez establecida la estadística descriptiva, se procedió al empleo de la estadística inferencial, abarca métodos y procedimientos con los cuales deducir

determinada información con respecto a una población, las hipótesis son una clave importante y fundamental de esta estadística. Para comprenderlo de formas sencilla, la estadística inferencial utiliza una pequeña muestra de la población y a partir de ella llega a una conclusión probable de la misma. [94]

## 4.2. Resultados y análisis

### 4.2.1. Primera Etapa: Identificación de factores de calidad Cloud, aptitudes y habilidades de despliegue en Cloud

En primer lugar, el Cloud Testing [17] ofrece la capacidad de simular casos reales de usos por parte de usuarios geográficamente distribuidos, con una gran variedad de escenarios, y a escalas que no se pueden alcanzar en los entornos de prueba tradicionales. Con base en el marco referencial y en el estudio del arte se identifican los siguientes tópicos como factores de calidad:

- Performance
- Disponibilidad
- Seguridad
- Escalabilidad
- Configuración
- Costo
- Acuerdo de nivel de servicios

Adicional a esto, con el framework de índice de medición de servicios [93] identifica los factores de calidad de Cloud que los divide en:

1. Responsabilidad
2. Agilidad

3. Garantía
4. Costo
5. Performance
6. Seguridad y Privacidad
7. Usabilidad

Cada uno de estos factores se apoya de distintos criterios para ser índice de medición de la calidad de servicio que ofrece el proveedor de Cloud.

Como segunda medida se adoptó el método Delphi para realizar una consulta a expertos. Los expertos constan de 3 empresarios de la ciudad de Bogotá gracias al ingeniero Daniel Alexander Aperador Mancipe, y los otros 3 expertos son docentes de la escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia contactados por el investigador por medio de correo electrónico.

A los 6 expertos se les aplicó la misma encuesta con el fin de recolectar la información necesaria, las respuestas son las siguientes:

<b>Experto</b>	<b>Pregunta 1. Mencione los factores que consideraría influyen en la selección de un proveedor de Cloud Computing</b>
<b>Empresario 1</b>	Facilidad de uso, completitud de herramientas, velocidad y latencia
<b>Empresario 2</b>	Precio, seguridad, estabilidad, disponibilidad
<b>Empresario 3</b>	Confiabilidad, elasticidad, precio

<b>Docente 1</b>	Seguridad de la información, estabilidad, costo, servicios que ofrece
<b>Docente 2</b>	Tecnologías soportadas, costos, reputación, soporte, disponibilidad de planes a la medida.
<b>Docente 3</b>	En primera instancia es necesario conocer el destino o uso que se va a hacer de los servicios cloud, de esta manera se analiza factores importantes como el volumen de información a manejar, concurrencia, nivel de seguridad requerido, soporte, escalabilidad, facilidad en el cambio de modelo (arquitectura), tiempo de disponibilidad de los servicios entre otros aspectos que determinarán finalmente los términos del contrato, como costos, tiempos, y otras características específicas que incluyen también aspectos legales (no solo del contrato sino del uso de la información y productos).

*Tabla 8. Respuestas encuesta expertos pregunta 1.*

Fuente: Autor

<b>Experto</b>	<b>Pregunta 2. Además de: virtualización, almacenamiento de archivos y bases de datos; ¿Qué otros servicios deberían conocer y manejar aquellas personas que quieran desplegar aplicaciones en la nube?</b>
<b>Empresario 1</b>	Elasticidad y balanceo de carga
<b>Empresario 2</b>	Auto-Escalamiento
<b>Empresario 3</b>	Performance, procesamiento distribuido, elasticidad
<b>Docente 1</b>	Aprendizaje automático, IoT, robótica
<b>Docente 2</b>	Despliegues automáticos y Monitoreo
<b>Docente 3</b>	Virtualización, almacenamiento de archivos y bases de datos, considero que son los principales servicios que se busca, pero hoy en día dependiendo del enfoque del producto que se use, es posible requerir servicios de machine learning, y soporte para dispositivos móviles.

*Tabla 9. Respuestas encuesta expertos pregunta 2.*

Fuente: Autor

<b>Experto</b>	<b>3. Mencione los proveedores de Cloud que conoce.</b>
<b>Empresario 1</b>	GCP, AWS, AZURE, ORACLE
<b>Empresario 2</b>	Amazon, Google, Heroku, Salesforce
<b>Empresario 3</b>	AWS, azure, heroku
<b>Docente 1</b>	Google (GCP), Amazon (AWS) y Microsoft (Azure)
<b>Docente 2</b>	Aws, Google cloud, azure, heroku, Colombia hosting
<b>Docente 3</b>	Hay varios proveedores, dependiendo del lugar geográfico y las necesidades que se tenga, pero definitivamente los más conocidos son Amazon, google cloud, IBM, Microsoft Azure.

*Tabla 10. Respuestas encuesta expertos pregunta 3.*

Fuente: Autor

<b>Experto</b>	<b>4. De los proveedores anteriormente mencionados, elija el que cree que más se adapta a las necesidades de una persona que apenas inicia en el campo de Cloud Computing.</b>
<b>Empresario 1</b>	Amazon (AWS)
<b>Empresario 2</b>	Amazon
<b>Empresario 3</b>	AWS
<b>Docente 1</b>	AWS
<b>Docente 2</b>	Google cloud
<b>Docente 3</b>	Amazon o Azure son opciones para iniciar en cloud

*Tabla 11. Respuestas encuesta expertos pregunta 4.*

Fuente: Autor

La pregunta 5 es de opción única. La pregunta es: *¿Cree que los servicios de Cloud Computing son una buena opción para el despliegue de aplicaciones?* Las opciones de respuesta son si o no, y los resultados son:

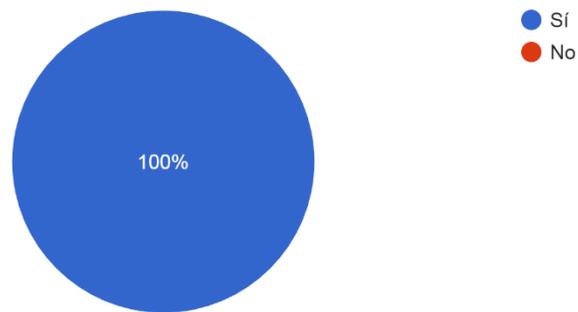


Figura 24. Respuesta encuesta expertos pregunta 5.

Fuente: Autor

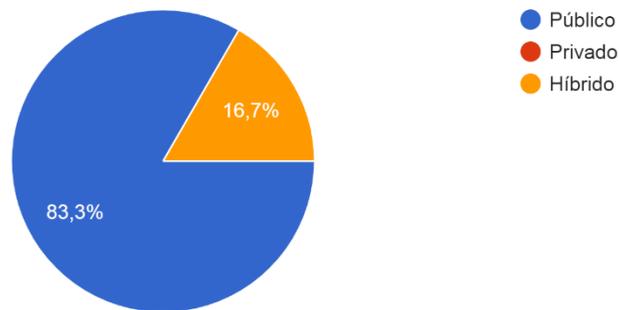
Experto	6. ¿Cree esencial que un estudiante de una carrera computacional de últimos semestres deba conocer los diferentes modelos de Cloud que existen (IaaS, PaaS, SaaS), o lo puede hacer hasta llegar a la vida profesional? Justifique su respuesta
<b>Empresario 1</b>	Es importante ya que en este momento es uno de los mejores mecanismos para desplegar aplicaciones al público
<b>Empresario 2</b>	Es necesario que un estudiante conozca las bases, los productos existentes, los proveedores y los servicios que estos ofrecen
<b>Empresario 3</b>	Cualquier tema lo podría aprender en el ejercicio de su carrera profesional, pero la incorporación de estos temas durante su formación le puede dar una ventaja marginal en el futuro
<b>Docente 1</b>	Debe conocer esto desde pregrado, porque estas tecnologías se han expandido y marcan un nuevo paradigma, que se debe

	manejar e implementar en el entorno regional
<b>Docente 2</b>	Es necesario que el estudiante no sólo identifique estos modelos, sino que tenga experiencia usándolos para así responder a las necesidades de empresas que prestan mal su servicio por no tener su software desplegado de la manera adecuada.
<b>Docente 3</b>	Es importante que los estudiantes se familiaricen con las diferentes tecnologías con las que podrá desempeñarse en el sector productivo, tal vez no se logre cubrir todo lo que esto requiere, pero en asignaturas electivas es posible contextualizarse de las tecnologías de las que se dispone en el momento.

*Tabla 12. Respuestas encuesta expertos pregunta 6.*

Fuente: Autor

La pregunta 7 es de opción única. La pregunta es: *Seleccione que tipo de Cloud que considere es más conveniente conocer para enfrentarse a un ámbito laboral.* Las opciones de respuesta son público, privado e híbrido, y los resultados son:



*Figura 25. Respuestas encuesta expertos pregunta 7.*

Fuente: Autor

<b>Experto</b>	<b>8. ¿Cree que la introducción de Cloud Computing al mundo ha beneficiado a la evolución de la tecnología, o por otro lado ha generado problemas en la distribución de información y aplicaciones? Justifique su respuesta</b>
<b>Empresario 1</b>	es un beneficio ya que a un bajo coste las personas tienen acceso a infraestructura que está disponible hacia el mundo y es segura
<b>Empresario 2</b>	Beneficia al mundo teniendo en cuenta que mejoró el acceso a la información desde cualquier parte
<b>Empresario 3</b>	Ambos. La inclusión de nuevas herramientas implica la creación de nuevos problemas
<b>Docente 1</b>	Ha democratizado el uso de la tecnología, puesto que facilita el uso de servidores y recursos que de otra manera son muy costosos de adquirir. Aun se tienen algunas objeciones sobre la seguridad que ofrecen estas plataformas, pero cada vez son más robustas y aceptadas.
<b>Docente 2</b>	Se ha beneficiado pues se han creado tecnologías abiertas en vez de que cada empresa reinvente la rueda.
<b>Docente 3</b>	La computación en la nube ha traído múltiples beneficios, en costos, disponibilidad, y otros aspectos, principalmente para las empresas que hacen uso de estos servicios. Tecnológicamente también ha traído beneficios, retos y responsabilidades (a veces también problemas) sobre la cotidianeidad del manejo de la información para los proveedores de servicios cloud, para los cuales el profesional en TI debe estar preparándose día a día.

*Tabla 13. Respuestas encuesta expertos pregunta 8.*

Fuente: Autor

<b>Experto</b>	<b>9. Qué efectos considera se generan en la vida profesional del estudiante al no realizar durante su vida académica, ejercicios de despliegue de aplicaciones en Cloud.</b>
<b>Empresario 1</b>	el desconocimiento y choque con las tecnologías cuando llegue a su vida profesional
<b>Empresario 2</b>	Perdida de oportunidades laborales por desconocimiento de herramientas, pérdida de competitividad
<b>Empresario 3</b>	Solo le implican la necesidad de aprendizaje posterior
<b>Docente 1</b>	Pierde oportunidades laborales si desconoce estas tecnologías, pierdes opciones de proponer soluciones diferentes a las tradicionales.
<b>Docente 2</b>	Desventaja en el mercado laboral frente a quienes si lo han hecho.
<b>Docente 3</b>	Hoy en día, el profesional en TI (ingeniería de sistemas y computación y afines) debe tener conocimientos en cuanto a despliegue de aplicaciones, ya que hace parte del quehacer profesional en un mundo que gira en torno a webapps, apps y distintos sistemas de información, que requieren ser desplegadas de forma adecuada, para satisfacer las necesidades de los miles (en casos millones) de usuarios. Por lo tanto, el desconocimiento o ausencia de estas habilidades, puede generar retrasos en los procesos empresariales; y aunque son tareas que pueden aprenderse en el desarrollo profesional (debido a que las tecnologías cambian constantemente), sí es importante familiarizarse con estas actividades desde un contexto académico.

*Tabla 14. Respuestas encuesta expertos pregunta 9.*

Fuente: Autor

En la pregunta 10 la idea es ordenar por prioridad unos servicios claves de Cloud. La pregunta es: *Marqué, por favor, los criterios en orden (del 1 al 5, siendo el 1 el más importante) cree influyen más en un estudiante para seleccionar un proveedor de Cloud.* Los resultados son:

Experto	Fácil uso	Economía	Disponibilidad	Tecnologías que maneja	Diversidad de servicios que maneja
Empresario 1	5	4	3	2	1
Empresario 2	1	3	2	4	5
Empresario 3	2	1	3	4	5
Docente 1	1	2	3	4	5
Docente 2	3	1	4	2	5
Docente 3	3	2	1	4	5

Tabla 15. Respuestas encuesta expertos pregunta 10.

Fuente: Autor

Experto	11. En qué materias considera es importante empezar a incluir este tipo de tecnologías?
Empresario 1	Software 2 y trabajo de campo
Empresario 2	Desarrollo de software
Empresario 3	Considero que en un curso de ingeniería de software
Docente 1	En asignaturas de programación
Docente 2	Sistemas distribuidos, operativos e Ingeniería de software
Docente 3	Electivas.

Tabla 16. Respuestas encuesta expertos pregunta 11.

Fuente: Autor

#### 4.2.2. Segunda etapa: Reconocimiento de proveedores Cloud

Con base en el estado del arte, especialmente por lo consultado en el cuadrante mágico de Gartner [60] en donde se identifica los líderes de Cloud y por el consolidado de calificaciones hecho por Clutch.co [59] para la presente investigación se va a trabajar en los 3 proveedores de Cloud que lideran la industria actualmente: Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP) y Microsoft Azure.

##### - AWS

Amazon Web Services (AWS) es la plataforma en la nube más adoptada y completa en el mundo, que ofrece más de 165 servicios integrales de centros de datos a nivel global. Millones de clientes, incluso las empresas emergentes que crecen más rápido, las compañías más grandes y los organismos gubernamentales líderes, confían en AWS para el funcionamiento de sus infraestructuras, el aumento de su agilidad y la disminución de los costos.

AWS tiene una versión gratuita, donde por 12 meses, durante cada mes ofrece 750 horas de manejo de EC2, 5 GB de almacenamiento en S3 y 750 horas de uso de RDS.

##### **Servicios**

Algunos de los servicios que provee AWS son: analítica, realidad aumentada, IoT, aprendizaje automático, robótica, soluciones móviles, Game Tech, entre otros. Pero

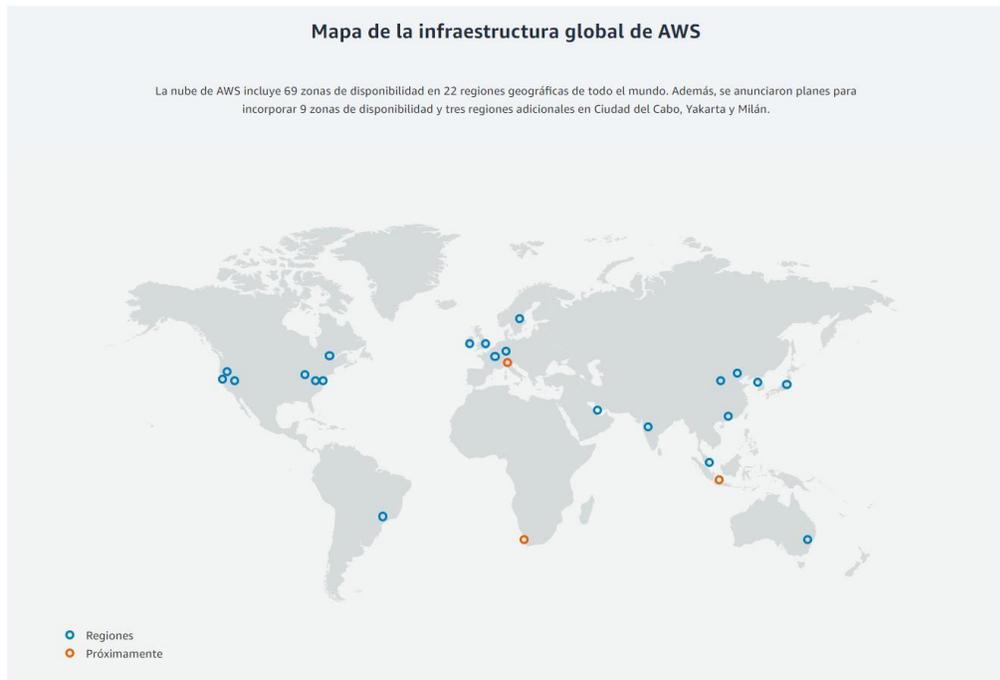
los servicios que son más utilizados son los de computación, base de datos y almacenamiento.

## **Clientes**

La cantidad de empresas que depositaron su confianza en AWS es impresionante, entre las más destacadas se encuentran: Amazon, General Electric, Avianca, Netflix, LG, National Bank, Capital One, McDonalds, mercado libre, entre muchas otras más.

## **Infraestructura**

La infraestructura global de AWS se diseñó y creó para ofrecer el entorno informático en la nube más flexible, fiable, escalable y seguro con el rendimiento de red global de mayor calidad disponible en la actualidad. Todos los componentes de la infraestructura de AWS se diseñaron y crearon para ofrecer redundancia y fiabilidad, desde las regiones y los enlaces de red a los balanceadores de carga, los routers y el firmware.



*Figura 26. Mapa de la infraestructura global de AWS*

Fuente: Página Oficial AWS [96]

## **Plan de cobro**

Con AWS solo paga por lo que usa, lo que ayuda a su organización a conservar su agilidad y capacidad de respuesta, y a poder cumplir siempre los requisitos de escala.

El pago por uso le permite adaptarse con facilidad a las cambiantes necesidades de la empresa sin comprometerse a dedicar presupuestos excesivos y mejorando la capacidad de respuesta ante los cambios. Con el modelo de pago por uso, puede adaptar su empresa en función de la necesidad y no de previsiones, con lo que se reduce el riesgo de aprovisionar demasiada o insuficiente capacidad.

Al pagar por los servicios según los necesita, puede concentrarse en innovar e inventar, reducir la complejidad del aprovisionamiento y aportar total elasticidad a su negocio.

A continuación, ejemplos de cobro de uso de almacenamiento, base de datos y computación:

### Precios de almacenamiento

Región: EE.UU. Este (Ohio) ▾

	Precios
<b>Almacenamiento estándar en S3</b>	
Primeros 50 TB/mes	0,023 USD por GB
Siguientes 450 TB/mes	0,022 USD por GB
Más de 500 TB/mes	0,021 USD por GB

*Figura 27. Cobro almacenamiento S3 en Ohio*

Fuente: Precios AWS [96]

Implementación single-AZ    Implementación Multi-AZ

Los siguientes precios se aplican a una instancia de base de datos implementada en una única zona de disponibilidad.

Región: EE.UU. Este (Ohio) ▾

	Precio por hora
<b>Instancias estándar – Generación actual</b>	
db.t3.micro	0,017 USD
db.t3.small	0,034 USD
db.t3.medium	0,068 USD
db.t3.large	0,136 USD
db.t3.xlarge	0,272 USD
db.t3.2xlarge	0,544 USD
db.t2.micro	0,017 USD
db.t2.small	0,034 USD
db.t2.medium	0,068 USD

*Figura 28. Cobro instancias RDS para MySQL en Ohio*

Fuente: Precios AWS [96]

Linux					
RHEL	SLES	Windows	Windows con SQL Standard	Windows con SQL Web	
Windows con SQL Enterprise	Linux con SQL Standard	Linux con SQL Web	Linux con SQL Enterprise		
Región:	EE.UU. Este (Ohio) ▾				
CPU virtual	ECU	Memoria (GiB)	Almacenamiento de instancias (GB)	Uso de Linux/UNIX	
<b>Uso general – Generación actual</b>					
a1.medium	1	N/A	2 GiB	Solo EBS	0,0255 USD por hora
a1.large	2	N/A	4 GiB	Solo EBS	0,051 USD por hora
a1.xlarge	4	N/A	8 GiB	Solo EBS	0,102 USD por hora
a1.2xlarge	8	N/A	16 GiB	Solo EBS	0,204 USD por hora
a1.4xlarge	16	N/A	32 GiB	Solo EBS	0,408 USD por hora
t3.nano	2	Variable	0,5 GiB	Solo EBS	0,0052 USD por hora
t3.micro	2	Variable	1 GiB	Solo EBS	0,0104 USD por hora
t3.small	2	Variable	2 GiB	Solo EBS	0,0208 USD por hora
t3.medium	2	Variable	4 GiB	Solo EBS	0,0416 USD por hora
t3.large	2	Variable	8 GiB	Solo EBS	0,0832 USD por hora

Figura 29. Cobro EC2 Linux en Ohio

Fuente: Precios AWS [96]

## SLA

El Contrato de Nivel de Servicios de Computación de Amazon (el “SLA”) es una política que regula el uso, por usted o por la entidad a la que usted representa (“usted”), de los Productos y Servicios Incluidos (enumerados a continuación) conforme los términos del Contrato de Usuario AWS (el “Contrato AWS”) entre Amazon Web Services, Inc. y sus afiliados (“AWS” o “nosotros”) y usted. (Anexo 9. Amazon\_EC2\_Service\_Level\_Agreement\_-\_Spanish\_Translation\_\_2018-02-12\_.pdf)

## - **GCP**

Google Cloud es una plataforma, esto quiere decir que es un sistema que trabaja con módulos, pueden trabajar en conjunto o separados dependiendo del sistema.

Es difícil decir quién es el mejor en cómputo en la nube, ya que depende de muchos factores, casos individuales, circunstancias y hasta presupuestos, pero algo que sí podemos afirmar en el caso de Google Cloud es que cuenta con la mayor cantidad de servicios en el mercado.

GCP brinda una capa gratuita al igual que AWS, la diferencia es que no es por meses, lo que hace GCP es dar un saldo de 300 dólares para que se pueda utilizar en los productos que se quieran probar.

### **Servicios**

GCP ofrece más de 100 productos o servicios al público entre los cuales se encuentran IA y aprendizaje automático, Análisis de datos, Gestion API's, bases de datos, redes migración, recursos informáticos, almacenamiento, IoT, entre otros.

Con los servicios de GCP se tiene un impulso en los productos de almacenamiento seguro, de informática de gran potencia y de analíticas de datos integradas.

### **Clientes**

Entre la gran diversidad de empresas que confían en la calidad de GCP se destacan algunas que son de talla internacional y que requieren de un manejo de datos bastante eficiente.

Algunos de los casos de éxitos más emblemáticos se encuentran las empresas de Banlína, DirecTv, Natura, Andes, Navent, entre otros.

## **Infraestructura**

GCP ofrece alto nivel de redundancia y control granular sobre los servidores de los clientes con uno de los mejores costos del mercado. Razón por la cual cada vez más los clientes prefieren las plataformas de Google.

Uno de los grandes beneficios que ofrece los servicios de infraestructura en la nube es enfocar los recursos de las empresas en temas más importantes y propias de su cord de negocio.

Sea que quiera llevar toda o parte de su infraestructura de sistemas los servicios que ofrece GCP permite contar con altos niveles de disponibilidad y confiabilidad de la información.



*Figura 30. Regiones de GCP*

Fuente: Ubicaciones GCP [97]

## Plan de cobro

Gracias a nuestro innovador sistema de precios, que incluye ajustes según el tamaño y descuentos por uso continuado, puedes ahorrar un 35 % de media en muchas cargas de trabajo informáticas.

El cobro de que genera GCP es orientado a favorecer a los clientes, sus principales características son: sin costes por adelantado, Pago por uso y sin penalización por cancelación.

A maneja de ejemplo se muestran los siguientes precios que se han recolectado en Compute Engine, Cloud SQL y Cloud Storage, desde la localización de los ángeles:

Los Angeles (us-west2) <span>▼</span>				
Monthly <input checked="" type="radio"/> Hourly <input type="radio"/>				
Machine type	Virtual CPUs	Memory	Price (USD)	Preemptible price (USD)
n1-standard-1	1	3.75GB	\$0.0571	\$0.01202
n1-standard-2	2	7.5GB	\$0.1142	\$0.02405
n1-standard-4	4	15GB	\$0.2284	\$0.04809
n1-standard-8	8	30GB	\$0.4568	\$0.09618
n1-standard-16	16	60GB	\$0.9136	\$0.19236
n1-standard-32	32	120GB	\$1.8272	\$0.38472
n1-standard-64	64	240GB	\$3.6544	\$0.76944
n1-standard-96 <small>Skylake Platform only</small>	96	360GB	\$5.4816	\$1.15416
<a href="#">Custom machine type</a>	If your ideal machine shape is in between two predefined types, using a custom machine type could save you as much as 40%. Read more about <a href="#">Custom Machine Types</a> .			

*Figura 31. Precios Compute Engine GCP Los ángeles*

Fuente: Precios GCP [97]

Los Ángeles (us-west2) <span>▼</span>			
<u>Multi-Regional Storage</u> (por GB al mes)	<u>Regional Storage</u> (por GB al mes)	<u>Nearline Storage</u> (por GB al mes)	<u>Coldline Storage</u> (por GB al mes)
*	\$0.023	\$0.016	\$0.007

*Figura 32. Cobro Cloud Storage GCP Los ángeles*

Fuente: Precios GCP [97]

Los Ángeles (us-west2) <span style="float: right;">Por mes <input type="radio"/> Por hora <input checked="" type="radio"/></span>						
Tipo de máquina	CPU virtuales	RAM (GB)	Capacidad máxima de almacenamiento	Número máximo de conexiones	Precio (USD)	Precio por uso continuado (USD)
db-f1-micro*	Compartidas	0,6	3062 GB	250	\$0.0180	\$0.0126
db-g1-small*	Compartidas	1,7	3062 GB	1000	\$0.0600	\$0.0420
db-n1-standard-1	1	3,75	30.720 GB	4000	\$0.1158	\$0.0811
db-n1-standard-2	2	7,5	30.720 GB	4000	\$0.2316	\$0.1621
db-n1-standard-4	4	15	30.720 GB	4000	\$0.4632	\$0.3242
db-n1-standard-8	8	30	30.720 GB	4000	\$0.9264	\$0.6485
db-n1-standard-16	16	60	30.720 GB	4000	\$1.8528	\$1.2970
db-n1-standard-32	32	120	30.720 GB	4000	\$3.7056	\$2.5939
db-n1-standard-64	64	240	30.720 GB	4000	\$7.4112	\$5.1878
db-n1-highmem-2	2	13	30.720 GB	4000	\$0.3018	\$0.2113

*Figura 33. Cobro Cloud SQL GCP Los ángeles*

Fuente: Precios GCP [97]

## SLA

Google proyecta para cada uno de sus productos un Acuerdo de Nivel de Servicio en donde indica la responsabilidad de cada parte. Estos acuerdos de nivel de servicios se encuentran en la página oficial de GCP en el apartado de Google Cloud Terms – SLA. (*Anexo 10.link\_SLA\_GCP.txt*)

### - Microsoft Azure

Microsoft Azure es conjunto en constante expansión de servicios en la nube para ayudar a su organización a satisfacer sus necesidades comerciales. Le otorga la libertad de crear, administrar e implementar aplicaciones en una red mundial enorme con sus herramientas y marcos favoritos.

Azure brinda una capa gratuita al igual que AWS y GCP la diferencia es que esta es solo por un mes de 170 euros, y tiene bastante restricciones en los productos, cuando de hace pruebas se habla. Después de este tiempo se puede usar una capa gratuita, pero adquiriendo un plan de cobro de los que se ofertan, al adquirir el plan se pueden usar 750 hora de VM, 5 GB de almacenamiento y 250 GB de almacenamiento en bases de datos.

## **Servicios**

Es una amplia gama de servicios que brinda Microsoft Azure, en donde cada uno de ellos está orientado a la mejorar los procesos que requieran el uso de internet. Algunos de ellos son: Almacenamiento, Análisis de datos, bases de datos, IA y Machine Learning, IoT, DevOps, entre otros servicios.

Los servicios que ofrece Azure superan los 100 diferentes tipos, aunque los más requeridos por la comunidad son los de base de datos, almacenamiento y computación.

## **Clientes**

El número de clientes que optaron por usar Azure no es tan alta comparada con AWS y GCP. No obstante, las empresas que tomaron la decisión de confiar en Azure son de talla internacional, y los procesos administrativos para los cuales están usando el servicio Cloud de Microsoft son de mucho cuidado. Algunos de ellos son: Atento, Banco del crédito de Perú, Medical Innovation & Technology, goodYear, La liga, entre otras organizaciones.

## Infraestructura

Azure tiene más regiones globales que cualquier otro proveedor de servicios en la nube, lo que le permite ofrecer la escala necesaria para acercar las aplicaciones a usuarios de todo el mundo. De este modo, mantiene la residencia de los datos y ofrece a los clientes opciones muy completas de cumplimiento normativo y resistencia.



Figura 34. Ubicaciones Azure

Fuente: Ubicaciones Microsoft Azure [98]

## Plan de cobro

Azure se orienta en satisfacer las necesidades empresariales y presupuestarias de las organizaciones con precios de pago por uso muy competitivos. Ahorrando costos

tanto si se va a migrar su primera carga de trabajo como si desea mejorar implementaciones complejas.

Un ejemplo de los cobros de servicios ubicados en la región Oeste de EE.UU.2 se muestra a continuación:

	MEMORIA (GB)	ALMACENAMIENTO INCLUIDO	PRECIO CON LICENCIA INCLUIDA	PRECIO DE LA VENTAJA HÍBRIDA DE AZURE* (AHORRO EN PORCENTAJE)	LICENCIA RESERVADA POR 1 AÑO INCLUIDA EN EL PRECIO (PORCENTAJE DE AHORRO)	LICENCIA RESERVADA POR 3 AÑOS INCLUIDA EN EL PRECIO (PORCENTAJE DE AHORRO)	3 AÑOS DE RESERVA CON VENTAJA HÍBRIDA DE AZURE (PORCENTAJE DE AHORRO)
4	20,4	Primeros 32 GB/mes	€0,8507/hora	€0,5135/hora (-40%)	€0,6711/hora (-21%)	€0,5683/hora (-33%)	€0,2311/hora (-73%)
8	40,8	Primeros 32 GB/mes	€1,7014/hora	€1,0270/hora (-40%)	€1,3422/hora (-21%)	€1,1365/hora (-33%)	€0,4621/hora (-73%)
16	81,6	Primeros 32 GB/mes	€3,4027/hora	€2,0539/hora (-40%)	€2,6843/hora (-21%)	€2,2730/hora (-33%)	€0,9242/hora (-73%)
24	122,4	Primeros 32 GB/mes	€5,1041/hora	€3,0808/hora (-40%)	€4,0264/hora (-21%)	€3,4095/hora (-33%)	€1,3862/hora (-73%)
32	163,2	Primeros 32 GB/mes	€6,8054/hora	€4,1077/hora (-40%)	€5,3685/hora (-21%)	€4,5459/hora (-33%)	€1,8483/hora (-73%)
40	204	Primeros 32 GB/mes	€8,5067/hora	€5,1347/hora (-40%)	€6,7106/hora (-21%)	€5,6824/hora (-33%)	€2,3104/hora (-73%)
64	326,4	Primeros 32 GB/mes	€13,6107/hora	€8,2154/hora (-40%)	€10,7368/hora (-21%)	€9,0918/hora (-33%)	€3,6965/hora (-73%)
80	396	Primeros 32 GB/mes	€17,0134/hora	€10,2893/hora (-40%)	€13,4211/hora (-21%)	€11,3648/hora (-33%)	€4,6207/hora (-73%)

Figura 35. Cobro Azure SQL Oeste EE.UU

Fuente: Precios AWS [98]

<p><b>Blobs en bloques</b></p> <p>Almacenamiento de objetos escalable para documentos, vídeos, imágenes y datos de texto no estructurado o binarios. Elija entre los niveles de acceso frecuente, acceso esporádico o de archivo.</p> <p>Los precios de almacenamiento de blobs en bloques en el nivel de archivo con redundancia local (LRS) son a partir de:</p> <p><b>€0,001</b>/GB al mes</p> <p><a href="#">Ver los precios</a></p>	<p><b>Azure Data Lake Store</b></p> <p>Combina el potencial de un sistema de archivos compatible con Hadoop con un espacio de nombres jerárquico integrado y la escala masiva y la economía de Azure Blob Storage para agilizar la transición de la prueba de concepto a producción.</p> <p>Los precios de LRS son a partir de:</p> <p><b>€0,001</b>/GB al mes</p> <p><a href="#">Ver los precios</a></p>	<p><b>Managed Disks</b></p> <p>Discos persistentes y seguros que sustentan una implementación de máquina virtual sencilla y escalable. Diseñados para ofrecer una disponibilidad del 99,999 %. Elija discos (SSD) premium para obtener baja latencia y alto rendimiento.</p> <p>Los precios de Managed Disks estándar son a partir de:</p> <p><b>€1,30</b> por mes</p> <p><a href="#">Ver los precios</a></p>	<p><b>Archivos</b></p> <p>Recursos compartidos de archivos totalmente administrados en la nube, accesibles con el protocolo SMB (Bloque de mensajes del servidor) estándar. Permite compartir archivos entre aplicaciones usando API de Windows o de REST.</p> <p>Los precios de File Storage con LRS son a partir de:</p> <p><b>€0,049</b>/GB al mes</p> <p><a href="#">Ver los precios</a></p>
--	---	---	--

Figura 36. Cobro Storage Azure Oeste EE.UU

Fuente: Precios AWS [98]

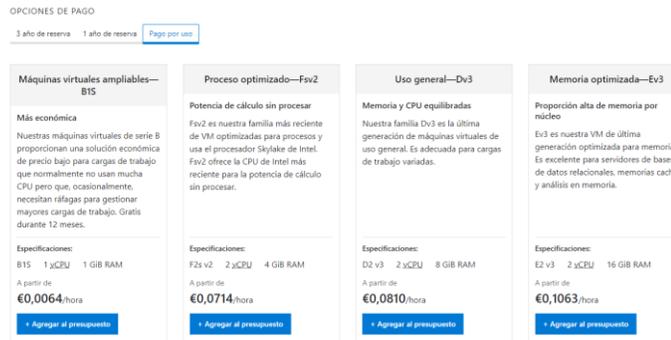


Figura 37. Cobro máquinas virtuales Azure Oeste EE. UU

Fuente: Precios AWS [98]

## SLA

Al igual que AWS y GCP, Azure proyecta para cada uno de sus productos un Acuerdo de Nivel de Servicio en donde indica la responsabilidad de cada parte. Estos acuerdos de nivel de servicios se encuentran en la página oficial de Azure en el apartado de Service Level Agreements. (*Anexo 11. link\_SLA\_Azure.txt*)

## Servicios Principales de Proveedores

Como bien se ha venido hablando durante el transcurso de la investigación, los servicios más utilizados son los de computación, base de datos y almacenamiento. Los principales servicios utilizados por la comunidad de cada uno de los proveedores son:

Proveedor\Servicio	Computación	Base de datos	Almacenamiento
AWS	EC2 (Elastic Compute Cloud)	RDS (Relational Database Service)	S3 (Simple Storage Service)
GCP	Compute Engine	Cloud SQL	Cloud Storage
Azure	Máquinas virtuales	SQL Database	Almacenamiento

Tabla 17. Matriz de principales servicios de Proveedores Cloud

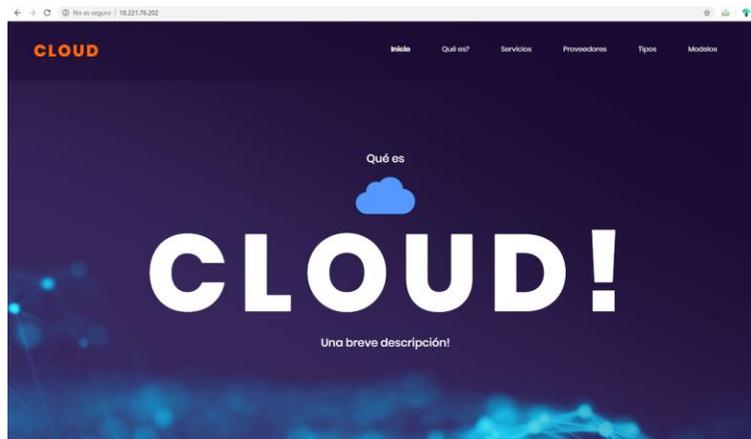
Fuente: Autor

### 4.2.3. Tercera etapa: Pruebas de calidad a Proveedores Cloud

Es necesario identificar la velocidad de carga o para ser más exactos el performance que tienen las máquinas virtuales instanciadas. Con la herramienta PageSpeed Insights se puede hacer una confiable evaluación de la velocidad que se puede generar usando las maquinas al tener instalado un servidor y desplegada una página.

PageSpeed analizará nuestro website y nos asignará una puntuación o score sobre 100 que evalúa cuánto más rápida podría ser la carga de esta web. Un score muy alto y cercano a 100 indica que hay poco que mejorar (es decir, la página ya carga todo lo rápido que puede o cerca) mientras que un score bajo indica que hay bastantes mejoras que podríamos llevar a cabo.

Se creó una página Landing sobre Cloud para subir a diferentes máquinas virtuales y probar la velocidad de carga de estas. Cuando la página carga se ve de la siguiente manera:



*Figura 38. Landing Cloud desplegada en VM de AWS*

Fuente: Autor

Y vista desde la carga de la herramienta de PageSpeed Insights se ve de la siguiente manera:

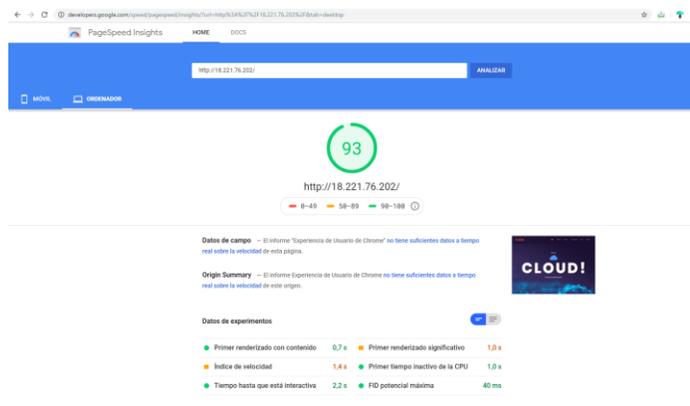


Figura 39. Carga página en PageSpeed

Fuente: Autor

Las pruebas que se realizaron en la herramienta PageSpeed Insights para la parte de computación (EC2) en AWS fueron las siguientes:

Imagen	RAM (GB)	Almacenamiento interno (GB)	Servidor Instalado	Tiempo de carga en ordenador
Ubuntu Server 18.04 LTS	1	8	Apache 2	93
Amazon Linux 2 AMI	1	8	Apache httpd (Equivalente a Apache 2)	81
Red Hat Enterprise Linux 8	1	10	Apache httpd (Equivalente a Apache 2)	90
SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1	1	10	Apache 2	87

Tabla 18. Resultados prueba carga a EC2

Fuente: Autor

Aplicando el promedio móvil para la carga de AWS

$$\text{Promedio móvil proveedor AWS} = \frac{93 + 81 + 90 + 87}{4} = 87,75$$

*Ecuación 8. Promedio móvil carga AWS*

Fuente: Autor

Las pruebas que se realizaron en la herramienta PageSpeed Insights para la parte de computación (Compute Engine) en GCP fueron las siguientes:

Imagen	RAM (GB)	Almacenamiento interno (GB)	Servidor Instalado	Tiempo de carga en ordenador
Ubuntu Server 18.04 LTS	1,7	10	Apache 2	94
Debian GNU/Linux 9	1,7	10	Apache 2	91
Red Hat Enterprise Linux	0,614	10	Apache httpd (Equivalente a Apache 2)	84
CentOS 7	0.614	10	Apache httpd (Equivalente a Apache 2)	87

*Tabla 19. Resultados prueba carga GCP*

Fuente: Autor

Aplicando el promedio móvil para la carga de GCP

$$\text{Promedio móvil proveedor GCP} = \frac{94 + 91 + 84 + 87}{4} = 89$$

*Ecuación 9. Promedio móvil carga GCP*

Fuente: Autor

Aplicando el promedio móvil para la carga de Azure

Imagen	RAM (GB)	Almacenamiento interno (GB)	Servidor Instalado	Tiempo de carga en ordenador
Ubuntu Server 18.04 LTS	1	2	Apache 2	91
Linux (redhat 7.7)	1,7	10	Apache 2	87
SUSE Linux Enterprise Server	1	2	Apache httpd (Equivalente a Apache 2)	84
Debian 9 "Stretch"	1	2	apache	85

*Tabla 20. Resultados prueba carga Azure*

Fuente: Autor

Aplicando el promedio móvil para la carga de Azure

$$\text{Promedio móvil proveedor Azure} = \frac{91 + 87 + 84 + 85}{4} = 86,5$$

*Ecuación 10. Promedio móvil carga Azure*

Fuente: Autor

Para las pruebas de la base de datos se crearon instancias de servidores de base de datos en cada uno de los proveedores que son objeto de análisis. Las instancias creadas se basan en MySQL.

Posterior de crear las instancias se crearon conexiones remotas desde un administrador de base de datos, en este caso se utilizó la herramienta HeidiSQL. En cada una de las instancias se creó una base de datos y se hicieron solicitudes POST, GET, UPDATE y DELETE.

El resultado fue que, en cada una de las instancias, es decir, tanto en la instancia de AWS, GCP y Azure las solicitudes se pudieron efectuar.

#### **4.2.4. Cuarta etapa: Sondeo de aptitudes y habilidades en despliegue Cloud de los estudiantes**

Esta etapa se basó en dos fases para su cumplimiento, una fue la aplicación de la encuesta que se hizo online, a través de la herramienta Google Forms. El enlace se dejó de forma abierta y se envió por diferentes medios de comunicación como email y Whatsapp, a estudiantes que cumplieran los requisitos necesarios para ser parte de la muestra. La encuesta tuvo 17 respuestas por parte de los estudiantes de diferentes semestres, cuyas respuestas se encuentran anexadas al presente documento. (*Anexo 12. Respuestas\_encuesta\_sondeo\_estudiantes.xlsx*)

Como segunda fase se eligió y convocó a un grupo de personas que ya están a punto de finalizar materias y algunos que ya las acabaron y se encuentran en su proceso de grado a realizar una prueba presencial donde se les aplicó una prueba de concepto sobre el manejo de tecnologías que involucra el Cloud Computing y sobre conocimientos básicos que se deben tener sobre el tema.

Lo que se logró identificar en cada una de las preguntas de la encuesta en la primera fase fue:

1. ¿Ha conocido sobre la tecnología Cloud Computing o computación en la nube? Por favor, explíquelo brevemente

**Análisis:** La mayoría de las respuestas se orientaron a que se desconoce, o lo que se conoce es muy poco. Es de resaltar que se destacó una respuesta donde se definió concisamente Cloud: “Si. El término podría entenderse como una prestación de servicios de hardware y/o software por parte de un proveedor mediante Internet.” Pero el resto de las preguntas fueron simples acercamientos sobre beneficios que tiene Cloud, pero no está clara la definición de Cloud por lo que se determina que es necesario que los estudiantes entiendan que es Cloud Computing, para entender como lo pueden utilizar.

2. ¿Qué acercamiento ha tenido con Cloud Computing desde la universidad?

**Análisis:** Alrededor del 60% de las personas que respondieron la encuesta manifiestan no tener ningún tipo de acercamiento al uso de Cloud Computing desde la universidad, un 27% usarlo por necesidad de un proyecto con consulta propia y un 13% si haberlo visto en alguna clase.

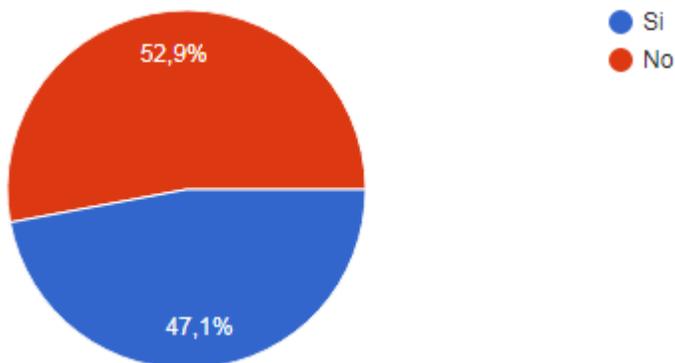
Es evidente que se necesita abarcar más el tema desde tempranas asignaturas con eso el estudiante va fortaleciendo sus conocimientos, y le permite facilidades y eficiencia en el desarrollo de otros proyectos.

3. ¿Qué proveedores de Cloud Computing conoce o ha escuchado que existen?

**Análisis:** A pesar del poco acercamiento de los estudiantes en el Cloud Computing, algunos proveedores son reconocidos por su parte. AWS, GCP, Azure e IBM Cloud fueron los proveedores que los estudiantes identificaron siendo AWS el que apareció con más frecuencia en las respuestas.

Es notable que los estudiantes conozcan los proveedores, de esta manera saben por dónde iniciar, y resalta la conveniencia del material guía este enfocado a los líderes mundiales de Cloud Computing dando a los estudiantes la capacidad de usar las tecnologías que saben que existen, pero no se saben manejar adecuadamente.

4. ¿Ha hecho despliegue de aplicaciones en algún proveedor de Cloud Computing?



*Gráfica 13. Estudiantes que han hecho despliegues.*

Fuente: Autor

Sorprendentemente, de los estudiantes encuestados, el 47% de estudiantes han realizado despliegues de aplicaciones en Cloud, evidenciando de que si es necesario tener conocimientos en la tecnología desde la academia pues

para los proyectos universitarios también es bastante necesario el uso de Cloud Computing.

Es de resaltar, que varios estudiantes, vía correo electrónico manifestaron que han hecho despliegues pero que funcionalmente presentan fallas esos despliegues, es decir, se hace el despliegue, pero la aplicación no tiene el correcto funcionamiento y no cumple el objetivo para el que fue desarrollada.

5. ¿Qué proyectos ha desarrollado que involucren el acoplamiento de tecnologías de base de datos y almacenamiento de archivos externo desde la parte frontend y/o backend? Explíquelos brevemente.

**Análisis:** Los proyectos que los estudiantes han desarrollado a lo largo de su vida académica, involucran el manejo de base de datos, comunicarse a través de API REST, almacenamiento de archivos y separación de front-end y back-end en una arquitectura MVC.

6. ¿En qué asignaturas ha tenido acercamiento al Cloud Computing?

**Análisis:** 3 de los encuestados dicen no haber visto nada sobre esta tecnología en clase; redes de datos, sistemas distribuidos, inteligencia computacional y software 2 son materias del área interdisciplinar en las que hubo un acercamiento al Cloud Computing y en las materias de profundización se tiene un acercamiento en trabajo de campo e IoT son las materias en que se hace uso de Cloud Computing.

La concepción general es que lo poco que se ve es de una manera muy superficial, explicando conceptos, pero no se explora a profundidad la

tecnología, evidenciando la necesidad de mejorar la calidad de enseñanza de esta tecnología.

7. ¿Qué experiencia tiene en el manejo de servidores?

**Análisis:** En un 80% de las respuestas no fueron buenas, pues se menciona que la experiencia es poca o nula, y el otro 20% a administrado servidores tanto en Cloud Computing como en servidores físicos.

Para hacer un buen uso del Cloud Computing es necesario saber la administración de servidores, es decir, que es lo que se necesita configurar en un servidor para que sea seguro, eficiente y administre los recursos de forma óptima. Es necesario aplicar un mayor control en este tema en la universidad.

8. Estaría dispuesto a pagar alrededor de 1 dólar por crear una cuenta en un proveedor de Cloud, teniendo en cuenta que le darían un período de prueba gratuito. Justifique su respuesta

**Análisis:** solo 2 respuestas fueron negativas frente al pago de 1 dólar por la creación de una cuenta en algún proveedor de Cloud. Se dice que un dólar, porque es lo que los proveedores cobran al crear una cuenta y entregan un período de prueba donde se puede explorar la herramienta.

Es claro que al momento de enseñar esta tecnología la universidad debe brindar las garantías para que el estudiante tenga todos los recursos en el aprendizaje, pero también debe ser comprensible que el pago que se efectuó no es exorbitante y más que un gasto es una inversión; es esta la percepción que tiene la mayoría de los estudiantes que lo ven más como una inversión en su aprendizaje que un gasto innecesario.

9. Que temáticas relacionadas con el tema de despliegues en la nube cree necesita saber

**Análisis:** el común general en las respuestas es que lo que se necesita es el poder integrar las tecnologías siendo desplegadas por separado, arquitectura de aplicación para ser desplegada en Cloud, capacidad, seguridad, entre otras, fueron las características más consignadas en las respuestas.

Como los estudiantes vienen trabajando estas tecnologías por separado, se detecta que es necesario tener un conocimiento en la integración de éstas tecnologías, ya que se ha encontrado que el mayor inconveniente al desarrollar una aplicación por parte de los estudiantes es la configuración e integración de base de datos, con computación y almacenamiento de archivos.

10. ¿Como cree que lo puede beneficiar conocer sobre Cloud en el mundo laboral?

**Análisis:** Todos los estudiantes que responden la encuesta tienen claro que el aprender esta tecnología representa tiene un mayor campo de acción donde sus habilidades en despliegue de Cloud le generan mayor confianza a la hora de aplicar en una oferta laboral.

Al actualizarse en una de las tecnologías vanguardia pueden aportar profesionalmente a las empresas que entren a trabajar, o si se da el caso de crear empresa propia es algo que los puede ayudar bastante en su progreso.

En la segunda fase se ejecutó la prueba de concepto, para lo cual se dividió al grupo de estudiantes en 2 grupos para tener más control sobre el monitoreo del desempeño en la prueba, y también ajustando los horarios de conveniencia para todos los participantes de las pruebas por lo que en algunos casos fue necesario hacer las pruebas de manera individual.



*Figura 40. Aplicación prueba concepto Grupo 1*

Fuente: Autor



*Figura 41. Aplicación prueba concepto Grupo 2*

Fuente: Autor

La prueba se realizó a través de la plataforma ProProfs<sup>23</sup> y se hizo de forma presencial donde se identificó que los estudiantes tienen nociones de que es Cloud, pero al pedir explicación de modelos de servicio o modelos de despliegue fueron poco los acercamientos a respuestas correctas.

También se evaluó la capacidad de crear servidores en los que se despliega una aplicación, identificando que un 80% de los estudiantes que realizaron la pruebas

---

<sup>23</sup> ProProfs es una plataforma web que ofrece una gran variedad de cursos distribuidos por categorías y capítulos.

no tuvieron la solvencia de hacerlo por cuenta propia necesitando la asesoría de compañeros y/o del investigador, y en algunos casos generar estrés el no poder desarrollar el ejercicio.

Al presentar el reto de conectarse a una base de datos en la nube, el 50% de los estudiantes no sabían cómo, pues al entregárseles las credenciales de conexión, no se entendía el cómo funciona la conexión por lo cual fue necesario realizar una explicación del funcionamiento de los servidores de base de datos y de cómo se puede efectuar una correcta gestión a través de una conexión remota.

Se evidencia que los estudiantes tienen una mayor fluidez al trabajar en servidores Linux respecto a trabajar en servidores de Windows, lo cual es algo positivo, pues bien, se sabe mucha de las empresas prefieren el uso de servidores Linux debido a que es libre y su seguridad es buena.

Una parte que se identifica, y a la cual hay que abordar mucho en el desarrollo del material es explicar bien en qué consisten las políticas de acceso a las instancias de computación, base de datos y acceso a los contenedores de archivos, porque al presentar varios errores que ocurren por política de acceso los estudiantes no lograron identificar posibles causas y por ende no tener como se puede generar una solución.

Al terminar la prueba, con cada uno de los grupos se realiza una charla de socialización sobre la actualidad de esta tecnología y como están las habilidades para afrontar el reto de usarla. La mayoría afirma tener las bases pero que la poca práctica hace que no puedan hacer despliegues exitosamente, además que el trabajo siempre hecho a nivel local, no les permite evidenciar los problemas que se

presentan a la hora de acceder a un servidor remotamente y puede generar bastante inconvenientes no realizar prácticas como las que se hicieron en la prueba.

Manifiestan que es necesario tener un material académico en el cual puedan guiarse para tener un buen control en el despliegue de aplicaciones, y que sería perfecto que este material incluyera manejo de errores que se pueden presentar, que no son errores incorregibles y que se pueden evitar al realizar una buena configuración de conexiones e instalación de servicios.

#### **4.2.5. Quinta etapa: Experimentos en despliegue de Cloud con estudiantes**

Para realizar la prueba de despliegue en Cloud de una aplicación que involucre las tecnologías de computación, base de datos y almacenamiento se les entrega a los estudiantes los recursos necesarios que incluye las credenciales de un proveedor en Cloud Computing, el código fuente de front-end y back-end de la aplicación que se va a desplegar denominada con el nombre “dockgy” y un script de la base de datos de la aplicación. (*Anexo 13. Recursos\_aplicacion\_dockgy.zip*)

La aplicación fue creada bajo la arquitectura MVC, separando completamente el front-end del back-end, y cuya comunicación es mediante servicios web. Esta arquitectura es implementada pues es una de las que se acomoda a la estructura del Cloud Computing. (*Anexo 14. Documentos\_creacion\_dockgy.zip*)

Para la prueba se opta por usar AWS debido a que durante la experimentación en la etapa 3 se identificó que los servicios que ofrece son más que los otros proveedores, además AWS permite realizar conexiones remotas con mayor facilidad que los otros proveedores, ya que la plataforma se encarga de generar los recursos necesarios para que el usuario realice una conexión fácilmente.

Además, la renovación mensual durante un año de una versión gratuita permite al usuario realizar bastantes pruebas sin limitarlo a un tope económico. Es claro que no todos los servicios se ofrecen en la capa gratuita pero el manejo de computación bases de datos y almacenamiento si están en la versión gratuita brindando la capacidad para realizar una buena exploración. Su configuración minuciosa permite identificar las ventajas que ofrece Cloud.

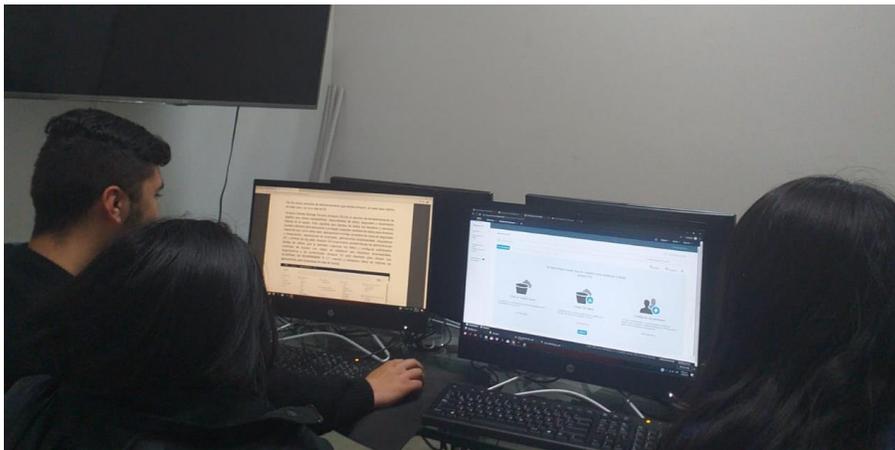
Por último, una de las razones con más peso, es que es catalogado por varias entidades que evalúan a los proveedores de Cloud como el líder de mercado, y es una plataforma que genera bastante empleo, es por esto la elección en el caso de estudio para generar aproximaciones con la tecnología y que los estudiantes se interesen por el uso de está.

Junto con los recursos, a los estudiantes se les hace entrega de una guía donde se realiza la creación de máquinas virtuales, instancias de bases de datos y contenedores donde se almacenan archivos. (*Anexo 15.Guia\_creacion\_VM\_DB\_Storage\_en\_cloud.pdf*).

En esta guía se explica detalladamente el proceso de creación de máquinas virtuales con su proceso de configuración necesaria para tener acceso a esta a través de la red y de conexiones SSH necesarias para el traspaso de archivos, se explica el proceso de creación de instancias de servidores de bases de datos; para estos dos casos también se explica la forma de hacer una conexión remota para su administración. Y, por último, pero no menos importante se detalla el proceso de creación de contenedores de archivos.

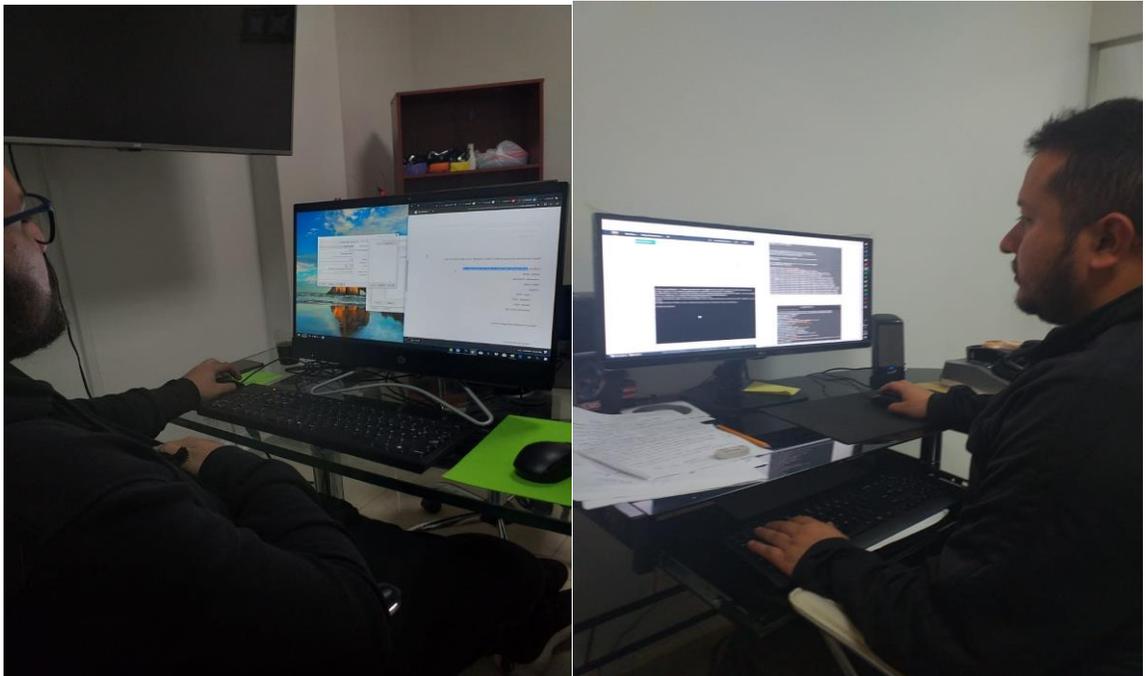
Los procesos mencionados anteriormente, son explicados para cada uno de los tres proveedores líderes de Cloud, es decir, AWS, GCP y Azure.

Como complemento se entrega otra guía en la que se consigna utilidades para el despliegue de una aplicación en AWS. (*Anexo 16. Utilidades\_despliegue\_AWS.pdf*) En esta guía se especifica sobre errores que pueden surgir durante el despliegue a nivel de computación, creación de bases de datos y/o conexiones a nivel de programación con un bucket. Pero no solo se enfoca a los errores, también se brindan sugerencias y consejos que permiten una mayor eficiencia en el despliegue en Cloud de servidores de computación, servidores de bases de datos y manejo de contenedores de archivos en el proveedor.



*Figura 42. Aplicación prueba despliegue Grupo 1*

Fuente: Autor



*Figura 43. Aplicación prueba desplieguen Grupo 2*

Fuente: Autor

Para esta prueba, cada uno de los grupos se dividió en equipos para realizarla. A cada uno de los equipos se le tomo el tiempo que tardaron en realizar la prueba y los resultados son:

Grupo	Equipo	Tiempo de desarrollo (minutos)
Uno	A	110
Uno	B	98
Dos	A	87
Dos	B	95

*Tabla 21. Tiempo de despliegue de aplicación en Cloud*

Fuente: Autor

Para esta prueba con los recursos y el material a los estudiantes se le entrega una guía de configuración para realizar el correcto despliegue hecha para realizar la prueba.

Esta aplicación que requería bastante configuración para ser desplegada es posible solucionar gracias a las guías que se entregaron. Para esto los estudiantes realizan el experimento y lo que se identifica es que la guía es bastante útil para los estudiantes.

La guía direcciona a los estudiantes en los procedimientos de despliegue permitiendo crear máquinas virtuales, una para front-end y otra para back-end, creación de instancias de bases de datos y configuración de buckets.

Con la guía los estudiantes lograron realizar el correcto despliegue en un tiempo que va desde la media hora hasta las casi dos horas. Esto es un balance positivo pues los estudiantes no habían hecho el ejercicio de realizar un despliegue en AWS, a excepción de dos personas que por su experiencia fue quienes desarrollaron más rápido la prueba, ya que lograron ejecutar un despliegue exitoso de la aplicación.

Durante la prueba a varios estudiantes le surgieron preguntas sobre el material, que no quedo claramente consignado y es evidente que necesita una mejora. Pero las preguntas que se hicieron fueron más de aclaración de conceptos, más no sobre el procedimiento que se necesita desarrollar para creación de instancias que necesita la aplicación para funcionar correctamente.

La mayoría de los estudiantes durante el proceso afirman que lo que esta consignado en la guía es nuevo para ellos, y que lamentan no haber contado con un material como ese en el transcurso de la carrera debido a que habría sido de gran utilidad para solventar problemas que surgen en las asignaturas del pensum. Además, solicitan el poder tener los recursos y las guías para realizar más prácticas para seguir mejorando sus habilidades en el despliegue.

A pesar de que la guía está bastante desglosada, es notorio que es necesario acompañarlo de una explicación, pues en la guía faltan consignar información que permite entender mejor las tecnologías y el cómo usarlas para realizar el correcto despliegue.

#### **4.2.6. Sexta etapa: Recolección de resultados de experimentos**

En esta última etapa se aplica una encuesta a los estudiantes que ejecutaron la prueba utilizando el material de referencia creado en la presente investigación. Lo que se busca es la percepción del material por parte de los estudiantes y también se plasma un consolidado de observaciones y comentarios que surgieron durante el desarrollo de la quinta etapa.

Los resultados de las respuestas son recolectadas y analizadas para identificar qué es lo bueno y lo malo del material, y con base en estas observaciones darle mejoras al material. (*Anexo 17. Respuestas\_encuesta\_final\_estudiantes.xlsx*)

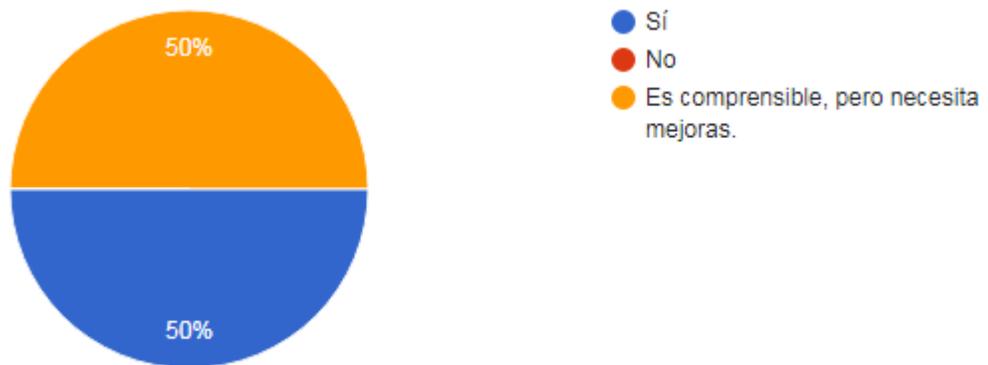
Lo identificado por la encuesta se plasma por cada una de las preguntas hechas:

1. En la primera prueba, en la que se media el nivel de conocimiento, ¿detecto fallas? ¿Cuáles?

**Análisis:** De las personas que resolvieron la prueba y respondieron la encuesta, manifiestan que antes de la prueba tenían un poco conocimiento del funcionamiento de Cloud o casi nulo. Además, también manifiestan poco conocimiento en la administración de servidores de forma remota.

Estos temas son los que se abarcaron en la construcción de las guías de referencia pues son fallas que se detectaron en la prueba de sondeo.

2. ¿Cree que el material tiene una fácil comprensión?



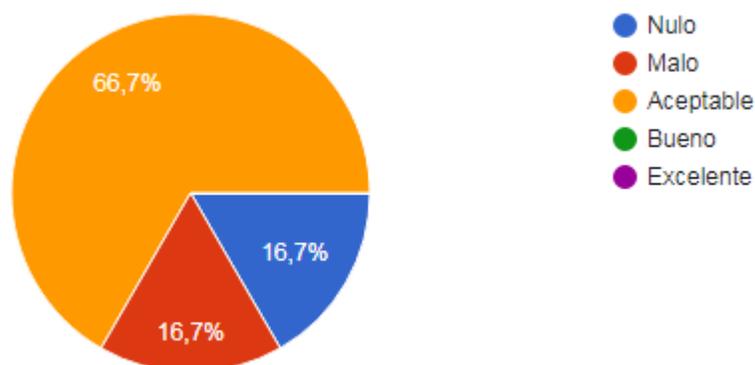
*Gráfica 14. Comprensión del material referencia*

Fuente: Autor

Todos los estudiantes que hicieron parte de la investigación piensan que la guía es comprensible, y la mitad de ellos piensan que necesita mejoras. Lo cual fue claro durante el desarrollo de la prueba, donde se identificó la necesidad de aplicar unas mejoras que necesita la guía.

Esto permite identificar que el objetivo de la guía fue cumplido, pues todos los estudiantes pudieron resolver la prueba y en el proceso entendieron que es lo que se estaba haciendo, más no realizar procedimientos sin el entender el por qué.

3. Su nivel de habilidades de despliegue en Cloud antes del material era:



*Gráfica 15. Nivel de habilidades de estudiantes pre-prueba*

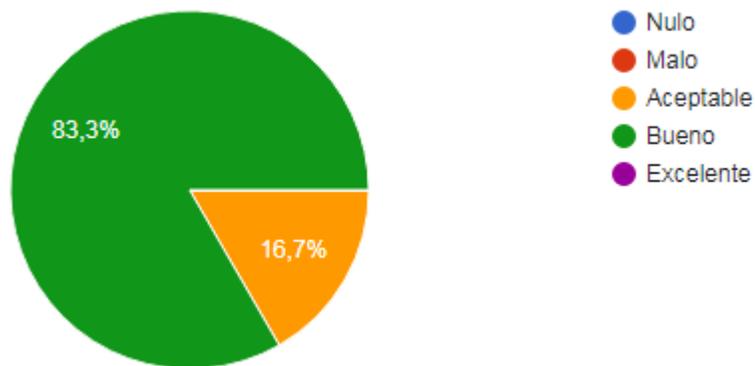
Fuente: Autor

El 67% de los estudiantes afirman que tenían un conocimiento aceptable sobre el despliegue de aplicaciones en Cloud, y el resto que tienen un mal o nulo conocimiento sobre el tema.

Durante la aplicación de la prueba los estudiantes manifestaron que la prueba de sondeo les sirvió para identificar cuáles son sus debilidades y quieren mejorarlas, concluyendo que no tienen la suficiente solvencia para realizar despliegues en Cloud.

Esto se presente debido a que hay poco abordaje en el tema durante la vida académica en la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación en la universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

4. Su nivel de habilidades de despliegue en Cloud después de contar con el material de referencia es



*Gráfica 16. Nivel de habilidades de estudiantes pos-prueba*

Fuente: Autor

Después de aplicar la prueba, y de que los estudiantes inspeccionaran la guía de referencia creada donde se les explica los procedimientos y posibles errores que surgen en el despliegue de aplicaciones en Cloud tiene una mejor percepción de sus habilidades en estos procesos.

Los estudiantes concluyen que teniendo una guía el realizar estos procedimientos lo pueden hacer de una manera más fluida y óptima. Logrando esto les genera más confianza a la hora de indagar en este campo y tener más solvencia en el campo laboral.

5. ¿Qué es lo más útil para usted, de lo consignado en el material de referencia?

**Análisis:** Las respuestas de los estudiantes mencionan que las utilidades de la guía es el cómo se integran las tecnologías de computación, base de datos y almacenamiento externo de archivo.

También dicen que una de la gran utilidad que tiene el material es el manejo de posibles errores que pueden surgir durante los procesos de despliegue.

Esto corrobora la utilidad del material, pues en la documentación oficial se explica los procesos de una manera ideal, pero en el proceso de despliegue es difícil dar un solo modo de realizar los procesos pues no todos necesitan lo mismo, es así como la sugerencia de posibles errores puede facilitar el proceso y generar una mayor agilidad.

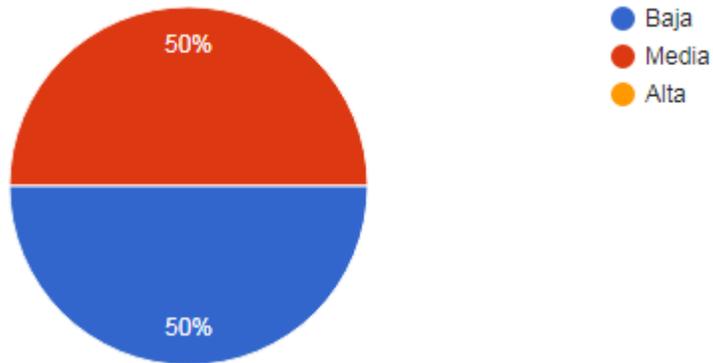
6. ¿Qué necesita refuerzo de explicación en el material?

**Análisis:** Para la mejora los estudiantes proponen tener una mayor profundización en los niveles de seguridad, en ampliar el uso de tecnologías en el despliegue de aplicaciones y desglosar un más los procesos.

Debido a que si es importante el explicar las tecnologías que se despliegan queda difícil el explicar cada una de las tecnologías existentes pues son muchísimas.

El material se orienta a brindar las bases, pero esto puede representar el inicio de un repositorio donde se traten temas sobre Cloude ir mejorando las guías constantemente para compartir la información a la comunidad universitaria.

7. Contando con el material y conociendo los procesos necesarios en el despliegue, para usted, la percepción de complejidad de hacer un despliegue es:



*Gráfica 17. Percepción complejidad despliegue Cloud pos-prueba*

Fuente: Autor

En charlas con los estudiantes y gracias a la aplicación de prueba de sondeo, se había identificado de que los estudiantes tenían un miedo al afrontar este reto.

Después de ver las guías y ejecutar la prueba, comprueban que estos procesos no tienen mayor complejidad, que, si es necesaria realizar varios procesos de configuración y que son de bastante cuidado, pero con la constante aplicación de pruebas se vuelve algo más fácil de realizar en cada ocasión.

Todos los estudiantes creen que el proceso no es tan engorroso, la mitad piensa que es fácil de hacer y la otra mitad piensan que tiene complejidad, pero es posible de lograr.

8. El nivel de utilidad del material de referencia de despliegue en Cloud para los estudiantes de Ing. de Sistemas y Computación es:



*Gráfica 18. Nivel de ayuda del material guía*

Fuente: Autor

Todos los estudiantes piensan que el material es de bastante ayuda, pues antes del material no habían hecho el ejercicio por falta de conocimientos, pero al tener una guía de referencia saben que procedimiento y como ejecutarlos para hacer el despliegue. Los estudiantes piensan que al tener claros los procedimientos y los posibles errores que se pueden presentar en estos procedimientos les aporta bastante en la mejora de sus habilidades y brinda las bases para constantemente actualizarse en el mundo del Cloud.

La guía al basarse en procesos útiles, y en tecnologías de mayor uso brinda al estudiante la capacidad de explorar la herramienta de AWS y desplegar una aplicación correctamente.

## 9. Qué opinión tiene sobre el material

**Análisis:** La concepción general por parte de los estudiantes habla sobre el material, argumentando que es de bastante ayuda, debido a que abarca un tema que actualmente como profesionales se debe dominar, y teniendo en cuenta que en la universidad no se tuvo mucho enfoque en el tema de cloud computing y en la parte de despliegue de aplicaciones el aprendizaje en la universidad fue nulo, este material será de gran ayuda para abarcar este tipo de temas.

Adicional algunos estudiantes, en una charla de socialización afirman que el material es bueno para conceptos básicos de manejo de Cloud que complementan la documentación de las plataformas, y que esta explicación la sienten más dirigida a ellos pues sienten bastante útil hablar sobre los errores que pueden surgir en el despliegue de aplicaciones en Cloud.

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este capítulo se presenta las conclusiones se orientaron al cumplimiento de los objetivos, destaca los resultados más sobresalientes de esta investigación y se confrontan con los planteamientos de los autores más cercanos al tema ya citados en este texto.

### 5.1. Discusión

Un material referente en el despliegue de aplicaciones en Cloud puede generar gran aporte a las personas que no han tenido mucho acercamiento en el tema, pero es de resaltar, que, durante el proceso de mi investigación, así como ciertos tópicos son importante abarcarlos, es muy difícil explicar en una guía y es necesario hacerlo durante la práctica por lo cual un material referente siempre tiene que ser complementado con explicaciones, pues al momento de desarrollar la prueba final, se evidencio la ambigüedad que se puede presentar al no tener una explicación inicial.

Renish [50] mencionaba entre las recomendaciones de buenas prácticas en el uso de Cloud es contar con los expertos en la nube adecuados que comprendan y cumplan con las pautas en todas las etapas de diseño, configuración e implementación. Es evidente que formar profesionales con estas características es necesario para generar progreso en la tecnología y no por el contrario hacer mal uso de esta ocasionando repelencia por parte de las empresas.

El método de análisis de los proveedores de Cloud se hizo de una forma muy básica, puesto se pudo implementar mejores técnicas de análisis y decisiones de la mejor opción, utilizando métodos como TOPSIS que fue utilizado por Basu Aveel y Gosh

Sanchita [68] en su artículo: “*Implementing Fuzzy TOPSIS in Cloud Type and Provider Selection*” para identificar los tipos de Cloud y la selección de un proveedor con experimentos de mayor calidad y ofrecen resultados soportados con un alto nivel de experimentación y análisis.

Luis Joyanes Aguilar habla sobre Cloud en su investigación: “*COMPUTACIÓN EN LA NUBE: Notas para una estrategia española en Cloud Computing*” [47], dice que la nube, o Computación en la nube (términos para definir CloudComputing), es un concepto tecnológico (buzzwords) cada vez más utilizado. Lo cual se evidencia que el tema que escogí es algo muy importante de aprender porque es una tecnología que está viviendo un auge impresionante y que al tener personas con más conocimientos en este y que se interesen por profundizar en su aprendizaje va a permitir evolución en las dos partes, en la tecnología y en quienes hacen uso de esta.

Gracias a lo consignado en el ranking de proveedores Cloud hecho por Clutc.co [59] y lo dicho en la publicación hecha por Laura Shiff [60] en donde nos brinda la información del cuadrante mágico de Gartner se identifica a los líderes de este servicio y donde se posiciona AWS como el líder indiscutible de servicios Cloud, es base para evaluar los proveedores, pero que alguno se catalogue mejor que otro no quiere decir que es mejor en todo. Lo identificado en el transcurso de la investigación fue cada uno de los proveedores tiene ventajas en algunos aspectos sobre sus competidores, lo que sucede es que AWS tiene muchos más servicios y adaptabilidad que los otros proveedores, pero no siempre es la mejor opción en todos los casos, por lo tanto, antes de tomar una decisión de elección es necesario plantear muy bien para que se necesita la tecnología de Cloud.

En lo que concierne al nivel de los estudiantes, fue notorio el que si había fallas a la hora de realizar el despliegue y el material generó aporte, pero quedó corto el material en cuanto a explicación, puesto que a pesar de las fallas alrededor del 60% de los estudiantes traían buenas bases y se pudo explorar en temas un poco más avanzados, esto fue expresado por varios estudiantes en el proceso de diagnóstico del material.

## 5.2. Conclusiones

- En el proceso de despliegue de aplicaciones en Cloud, las temáticas fundamentalmente que se deben conocer es la administración de servidores, los métodos y configuración de conexiones entre tecnologías, y esencialmente la arquitectura de la aplicación que se va a desplegar.
- En relación con lo encontrado durante el estado del arte y la evaluación que se hizo a los proveedores Cloud, se identifica que ninguno de los proveedores Cloud es malo pues todos brindan un gran servicio, y cada uno tiene características resaltables. Cada proveedor tiene un plan de costo, variedad de servicios, pero lo más relevante es el nivel de SLA de cada uno.
- AWS es el proveedor que brinda las mejores garantías y opciones para las personas que inician en el mundo del Cloud, puesto otorga comodidad de aprendizaje, costos y quien tiene alta demanda en el mercado. Con la indagación se corrobora lo consignado en el cuadrante mágico de Gartner donde AWS es el proveedor que es el líder indiscutible de la industria.

- Actualmente el auge del Cloud Computing es notable, y las aplicaciones web se deben orientar al despliegue en este. Con lo indagado se identifica que la aplicación creada se debe basar en un modelo de desarrollo MVC donde se puede desarrollar de forma desacoplada la parte de: interfaz de aplicación, la lógica que maneja, su base de datos y la configuración del almacenamiento; permitiendo que su conexión sea sencilla. El desarrollo de la aplicación denominada “dockgy” es un claro ejemplo de una aplicación robusta, que puede ser desplegada en Cloud fácilmente y que funcione normalmente.
- En el proceso de desarrollo de las etapas, y en la consulta del estado actual del Cloud Computing, se identifica el cómo es visto por parte de: los estudiantes, profesores y quienes lo usan de una manera profesional la necesidad de conocer y compartir el cómo se trabaja en esta tecnología. Es por esto, por lo que la creación de guías de referencia es necesaria, pues sirve para aquellas personas que quieran incursionar en este mundo, brindándoles la oportunidad de aprender de una manera ágil y tener herramientas para afrontar la vida profesional.
- La evaluación de un material creado es absolutamente necesario efectuarlo con personas que en realidad lo necesiten pero que sean críticas, es por esto por lo que al hacer una prueba de campo del material construido se identificó que es de bastante utilidad, pero que no todas las personas tienen el mismo ritmo de aprendizaje, brindando las bases para incentivar el aprendizaje de la tecnología.
- Finalmente, el aplicar pruebas, socializar información y plasmando información sobre el despliegue de aplicaciones en Cloud, donde las personas revisen a conciencia el material mejora sus habilidades, pero no solo revisando las guías puede mejorar, también tiene que realizar

prácticas donde en cada una encuentra algo que mejora sus habilidades. Al tener una base referencial, como un material académico el estudiante realiza un ejercicio de despliegue en lo más básico, identificando que si se puede realizar un despliegue y motivándose a mejorar.

### 5.3. **Recomendaciones**

- No todas las personas tienen el mismo ritmo de aprendizaje, o no a todas las personas se les puede explicar de la misma forma un tema, siempre van a existir diferencia de opiniones sobre quien es el líder, lo que es importante es identificar las ventajas de la tecnología de Cloud para dar a entender que es una tecnología en auge.
- Al realizar una indagación de un tema amplio como lo es el Cloud Computing, se identifican muchas ramas de aprendizaje y variables de evaluación, es necesario delimitar bien el proceso, pero sin excluir variables importantes y siempre tener presentes los factores que afectan en el uso de estos servicios.

### 5.4. **Impacto social**

El presente trabajo trata de mitigar el problema de falta de conocimiento en los despliegues de aplicaciones en Cloud. Los estudiantes que van terminando su ciclo académico en la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación deben conocer este tipo de procesos, y teniendo un material referente pueden enfrentarse a esto, abriendo más oportunidades laborales en donde se involucre el uso de Cloud.

No obstante, el material puede servir para todos los estudiantes, y brinda las bases para su enseñanza, por lo tanto, el material puede aportar en los temas que los docentes imparten a los estudiantes, así de esta manera tanto el estudiante como el docente pueden irse actualizando en el tema y en conjunto potenciar sus habilidades.

Durante la investigación se logró identificar fallas y desconocimientos tanto en los estudiantes como en el proceso educativo, evidenciando que es necesario abarcar este inconveniente. Con lo desarrollado aquella persona que utilice el material puede empezar a detectar fallas que tenga en sus habilidades y así empezar a mejorar, y en su proceso de aprendizaje contribuir con el compartimiento del conocimiento.

Ahora bien, cabe resaltar que, al tener profesional con la habilidad de hacer despliegue, se genera una gran confianza por parte de las empresas que utilizan esta tecnología pues tienen la posibilidad de contratar a personas que poseen la habilidad de hacer un despliegue de manera eficiente. Así en el campo laboral se optimizarán procesos y se brinda un servicio de alta calidad.

## **5.5. Trabajo futuro**

El trabajo realizado evaluó el Cloud Computing desde algunos aspectos, pero el potencial investigativo que tiene este tema es amplio. Al evaluar desde los servicios de computación, base de datos y almacenamiento; se da un aporte inicial con la creación de guías de referencia motivando a la realimentación del material con actualizaciones constantes.

Esto da pie, a que se explore con una mayor profundidad lo inicialmente indagado, y expandir el temario, por ejemplo, evaluar el uso de Cloud para analítica, IoT, robótica, y los otros centenares de servicios que actualmente existen en Cloud.

El haber hecho una evaluación del estado de las habilidades de los estudiantes en el tema motiva que el ejercicio se haga regularmente no solo en habilidades en Cloud sino en todo tipo de habilidades que requiere un ingeniero de Sistemas y Computación egresado de la UPTC, y en esos procesos autoevaluativos generar material refrenté que aporte a la mejora de todo aquel que decida usar el material.

## REFERENCIAS

- [1] Salesforce, «¿Qué es Cloud Computing?,» Salesforce, n.d. n.d. 2017. [En línea]. Available: <https://www.salesforce.com/mx/cloud-computing/>. [Último acceso: 15 Marzo 2019].
- [2] RedHat, «¿Qué son los proveedores de nube?,» Red Hat Inc., n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-are-cloud-providers>. [Último acceso: 15 Marzo 2019].
- [3] Usuaría Research, «Modelos de servicios de Cloud computing,» Evaluando Cloud, 04 Agosto 2015. [En línea]. Available: <https://evaluandocloud.com/modelos-de-servicios-de-cloud-computing/>. [Último acceso: 15 Marzo 2019].
- [4] Usuario Research, «Modelos de implementación del Cloud,» Evaluando Cloud, 26 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://evaluandocloud.com/modelos-de-implementacion-del-cloud/>. [Último acceso: 15 Marzo 2019].
- [5] C. Bello, D. Ribas, E. Suárez y J. Calvo, «Aplicación de medidas de calidad en sistemas de reconocimiento de locutores,» *RIELAC: Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, vol. 36, nº 3, pp. 56-68, 2015.
- [6] R. A. «Qué es una máquina virtual, cómo funciona y para qué sirve,» CH: Computer Hoy, 31 mayo 2017. [En línea]. Available: <https://computerhoy.com/noticias/software/que-es-maquina-virtual-como-funciona-que-sirve-46606>. [Último acceso: 22 marzo 2019].
- [7] B. Vasquéz, «Tecnología e Informática,» n.d., 25 enero 2011. [En línea]. Available: <https://solvasquez.wordpress.com/2011/01/24/definicion-de-sistema-operativo/>. [Último acceso: 22 marzo 2019].
- [8] I. Rodríguez, J. Pettoruti, F. Chichizola y A. De Giusti, «Despliegue de un Cloud Privado para entornos de cómputo científico,» 13 julio 2012. [En línea]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18648>. [Último acceso: 04 27 2019].
- [9] Clinic Cloud, «¿Qué son los servicios en la nube? Tipos y ejemplos,» n.d., n.d. n.d. 2015. [En línea]. Available: <https://clinic-cloud.com/blog/servicios-en-la-nube-tipos-ejemplos/>. [Último acceso: 01 Abril 2019].
- [10] H. Arsham, «Herramientas para el Análisis de Decisión: Análisis de Decisiones Riesgosas,» Ubalt, n.d. n.d. 2015. [En línea]. Available: <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/opre640S/SpanishP.htm#rwida>. [Último acceso: 01 abril 2019].
- [11] SOFTWARE: WEB & APPS, «PATRONES DE ARQUITECTURA Y DISEÑO DE SOFTWARE,» n.d., 14 agosto 2018. [En línea]. Available:

<https://www.desarrollodepaginasweb.com.mx/patrones-de-arquitectura-de-software/>.  
[Último acceso: 02 abril 2019].

- [12] J. Gutiérrez, «¿Qué es un framework web?,» n.d. n.d. n.d.. [En línea]. Available: [http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion\\_ficheros/Framework.pdf](http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf). [Último acceso: 03 abril 2019].
- [13] R. Marín, «Los gestores de bases de datos más usados en la actualidad.,» *RevistaDigital*, 16 abril 2019. [En línea]. Available: <https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/los-gestores-de-bases-de-datos-mas-usados/>. [Último acceso: 05 abril 2019].
- [14] Digital Guide, «¿Qué es un servidor?,» *IONOS*, 02 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-un-servidor-un-concepto-dos-definiciones/>. [Último acceso: 05 abril 2019].
- [15] Digital Guide, «Protocolos de red, la base de la transmisión electrónica de datos,» *IONOS*, 30 julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/los-protocolos-de-red-en-la-transmision-de-datos/>. [Último acceso: 06 abril 2019].
- [16] S. Bernal y D. F. Niño, «MODELO MULTICRITERIO APLICADO A LA TOMA DE DECISIONES,» n.d., Bogotá, 2018.
- [17] E. Carisio, «¿Qué es el Cloud Testing y cómo funciona?,» *Mediacloud*, n.d. n.d. 2018. [En línea]. Available: <https://blog.mdcloud.es/cloud-testing-que-es-y-que-beneficios-aporta-a-mi-empresa/>. [Último acceso: 25 junio 2019].
- [18] Rackspace, «¿Qué es IaaS?,» *Rackspace*, n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://www.rackspace.com/es-co/library/what-is-iaas>. [Último acceso: 15 abril 2019].
- [19] Microsoft Azure, «¿Qué es PaaS? Plataforma como servicio,» *Microsoft*, n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-paas/>. [Último acceso: 15 abril 2019].
- [20] Watchity, «Qué es un SaaS y qué ventajas tiene el servicio de software,» n.d., n.d. n.d. 2016. [En línea]. Available: <https://www.watchity.com/blog/que-es-un-servicio-saas-y-cuales-son-sus-beneficios/>. [Último acceso: 15 abril 2019].
- [21] Microsoft Azure, «¿Qué es la nube pública, privada e híbrida?,» *Microsoft*, n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-are-private-public-hybrid-clouds/>. [Último acceso: 15 abril 2019].
- [22] A. Castro, «¿QUÉ ES AWS?,» *iNBest*, 14 marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.inbest.cloud/comunidad/qu%C3%A9-es-aws>. [Último acceso: 15 abril 2019].

- [23] drmetrics, «¿QUÉ ES GOOGLE CLOUD PLATFORM?,» metriplica, 13 julio 2018. [En línea]. Available: <https://www.doctormetrics.com/google-cloud-platform/>. [Último acceso: 16 abril 2019].
- [24] S. Monedero, «QUÉ ES MICROSOFT AZURE,» Educatictos, 31 agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.educatictos.com/que-es-microsoft-azure/>. [Último acceso: 16 abril 2019].
- [25] ActivaSolutions, «El Cloud Computing de Rackspace y Sus Beneficios,» ActivaSolutions, n.d. n.d. 2018. [En línea]. Available: <http://activasolutions.com/el-cloud-computing-de-rackspace-y-sus-beneficios/>. [Último acceso: 16 abril 2019].
- [26] GTI, «IBM Cloud,» GTI Software & networking, n.d. n.d. 2018. [En línea]. Available: <https://www.gti.es/es-es/Cloud-Publica-CSP/Paginas/ibm-cloud.aspx>. [Último acceso: 16 abril 2019].
- [27] Manufacturing terms, «El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST),» n.d., n.d. n.d. n.d.. [En línea]. Available: [https://www.manufacturingterms.com/Spanish/The-National-Institute-of-Standards-and-Technology-\(NIST\).html](https://www.manufacturingterms.com/Spanish/The-National-Institute-of-Standards-and-Technology-(NIST).html). [Último acceso: 16 abril 2019].
- [28] J. Siegel y J. Perdue, «Cloud Services Measures for Global Use: The Service Measurement Index (SMI),» ResearchGate, n.d. julio 2012. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/261308487\\_Cloud\\_Services\\_Measures\\_for\\_Global\\_Use\\_The\\_Service\\_Measurement\\_Index\\_SMI](https://www.researchgate.net/publication/261308487_Cloud_Services_Measures_for_Global_Use_The_Service_Measurement_Index_SMI). DOI: 10.1109/SRII.2012.51. [Último acceso: 16 abril 2019].
- [29] W. Pandini, «QoS: ¿Qué es y cuáles son sus beneficios?,» ostec, 22 marzo 2019. [En línea]. Available: <https://ostec.blog/es/seguridad-perimetral/qos-y-sus-beneficios>. [Último acceso: 20 abril 2019].
- [30] M. Rouse, «Acuerdo de nivel de servicio o SLA,» ResearchGate, n.d. septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Acuerdo-de-nivel-de-servicio-o-SLA>. [Último acceso: 20 abril 2019].
- [31] M. Rouse, «identity and access management (IAM),» ResearchGate, n.d. mayo 2019. [En línea]. Available: <https://searchsecurity.techtarget.com/definicion/identity-access-management-IAM-system>. [Último acceso: 05 abril 2019].
- [32] LanceTalent, «Cloud Storage: Servicios De Almacenamiento En La Nube,» LanceTalent, 27 marzo 2013. [En línea]. Available: <https://www.lancetalent.com/blog/cloud-storage-servicios-de-almacenamiento-en-la-nube/>. [Último acceso: 20 abril 2019].

- [33] techopedia, «Cloud Performance Management,» techopedia, n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://www.techopedia.com/definition/30563/cloud-performance-management>. [Último acceso: 24 abril 2019].
- [34] Grupo garutu, «DBaaS: El futuro en el éxito de nuestras empresas está en las bases de datos en la nube,» garutu IT Solutions, 21 julio 2017. [En línea]. Available: <https://grupogaratu.com/dbaas-bases-datos-la-nube/>. [Último acceso: 25 abril 2019].
- [35] M. García, «MVC (Modelo-Vista-Controlador): ¿qué es y para qué sirve?,» coding or not, 5 octubre 2017. [En línea]. Available: <https://codingornot.com/mvc-modelo-vista-controlador-que-es-y-para-que-sirve>. [Último acceso: 25 abril 2019].
- [36] E. Astigarraga, «EL MÉTODO DELPHI,» n.d. n.d. 2008. [En línea]. Available: [http://www.prospectiva.eu/zaharra/Metodo\\_delphi.pdf](http://www.prospectiva.eu/zaharra/Metodo_delphi.pdf). [Último acceso: 25 abril 2019].
- [37] P. Lopéz, «¿Qué es el método Delphi? Aplicación y usos,» n.d., n.d. n.d. 2018. [En línea]. Available: <https://www.cicerocomunicacion.es/que-es-el-metodo-delphi/>. [Último acceso: 26 abril 2019].
- [38] V. Robles, «¿Que es Angular y para que sirve?,» n.d., n.d. n.d. 2018. [En línea]. Available: <https://victorroblesweb.es/2017/08/05/que-es-angular-y-para-que-sirve/>. [Último acceso: 26 abril 2019].
- [39] J. C. Mariños, «¿Qué es Node.js?,» DevCode, 13 junio 2018. [En línea]. Available: <https://devcode.la/blog/que-es-nodejs/>. [Último acceso: 26 abril 2019].
- [40] Culturacion, «Qué es y para que sirve MySQL,» Culturacion, n.d. n.d. n.d.. [En línea]. Available: <https://culturacion.com/que-es-y-para-que-sirve-mysql/>. [Último acceso: 26 abril 2019].
- [41] NeoAttack, «Concepto de FileZilla,» n.d., n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://neoattack.com/neowiki/filezilla/>. [Último acceso: 26 abril 2019].
- [42] Axarnet, «¿Qué es Windows Server?,» n.d., 16 abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.axarnet.es/blog/windows-server/>. [Último acceso: 27 abril 2019].
- [43] rackspace, «<https://www.rackspace.com/es-co/library/what-is-a-linux-server>,» n.d., n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://www.rackspace.com/es-co/library/what-is-a-linux-server>. [Último acceso: abril 27 2019].
- [44] G. B., «¿Qué es Apache? Descripción completa del servidor web Apache,» Hostinger, 16 julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.hostinger.co/tutoriales/que-es-apache/>. [Último acceso: 15 agosto 2019].

- [45] O. L. Londoño, L. F. Maldonado y L. C. Calderón, «Guías para construir estados del arte,» International Corporation of Networks of Knowledge, n.d. n.d. 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4637>. [Último acceso: 03 marzo 2019].
- [46] P. Mell y T. Grance, «The NIST Definition of Cloud,» n.d. septiembre 2011. [En línea]. Available: <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf>. [Último acceso: 15 marzo 2019].
- [47] E. Wells, «Public Cloud vs. Private Cloud,» DZone, 02 Abril 2016. [En línea]. Available: <https://dzone.com/articles/public-cloud-vs-private-cloud>. [Último acceso: 21 marzo 2019].
- [48] L. Joyanes Aguilar, «COMPUTACIÓN EN LA NUBE Notas para una estrategia española en cloudcomputing,» 14 noviembre 2018. [En línea]. Available: <http://revista.ieee.es/article/view/406>. [Último acceso: 28 abril 2019].
- [49] D. Dean y T. Saleh, «Captar el verdadero valor,» n.d. marzo 2010. [En línea]. Available: <http://www.jmrentabiliza.com/captar%20el%20verdadero%20valor.pdf>. [Último acceso: 28 abril 2019].
- [50] V. S. Renish, «Cloud Management: Best Practices Enabling Cloud Success,» DZone, 06 julio 2017. [En línea]. Available: <https://dzone.com/articles/cloud-management-best-practices-enabling-cloud-suc>. [Último acceso: 26 marzo 2019].
- [51] N. L. Hernandez y A. S. Florez, «Computación en la nube,» *Mundo FESC*, vol. 4, nº 8, pp. 46-51, 15 diciembre 2014.
- [52] N. Saurabh, D. Kimovski, S. Ostermann y R. Prodan, «VM Image Repository and Distribution Models,» 28 mayo 2017. [En línea]. Available: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1906/1906.09182.pdf>. [Último acceso: 01 mayo 2019].
- [53] B. Nguyen, V. Tran y L. Hluchy, «A GENERIC DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT FRAMEWORK FOR CLOUD COMPUTING AND DISTRIBUTED APLICATIONS,» *Computing and Informatics*, vol. 32, nº 9, pp. 461-485, 2013.
- [54] G. Garrison, S. Kim y R. Wakefield, «Success factors for deploying Cloud Computing,» *Communications of the acm*, vol. 55, nº 9, pp. 62-68, septiembre 2012.
- [55] D. Gonzales, J. Kaplan, E. Saltzman, Z. Winkelman y D. Woods, «Cloud-Trust—a Security Assessment Model for Infrastructure as a Service (IaaS) Clouds,» *IEEE TRANSACTIONS ON CLOUD COMPUTING*, vol. 5, nº 3, pp. 523-536, julio-septiembre 2017.

- [56] M. Rouse, «Cloud service provider (cloud provider),» TechTarget, n.d. abril 2018. [En línea]. Available: <https://searchitchannel.techtarget.com/definition/cloud-service-provider-cloud-provider>. [Último acceso: 12 abril 2019].
- [57] M. Salas y L. Colombo, «CLOUD COMPUTING: UNA REVISIÓN DE LOS SERVICIOS Y PROVEEDORES PAAS, IAAS, SAAS,» *Lámpsakos*, vol. 1, nº 7, pp. 47-57, 2012.
- [58] N. Drake y B. Turner, «Best cloud computing services of 2019,» *techradar*, 02 julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.techradar.com/news/best-cloud-computing-service>. [Último acceso: 12 abril 2019].
- [59] Clutch.co, «Best Cloud Service Providers,» Clutch, n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://clutch.co/cloud>. [Último acceso: 12 abril 2019].
- [60] L. Shiff, «Gartner Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service 2018,» *bmc*, 5 septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.bmc.com/blogs/gartner-magic-quadrant-cloud-iaas/>. [Último acceso: 18 abril 2019].
- [61] S. Sharwood, «Cloud is a six-horse race, and three of those have been lapped,» *The Register*, 29 mayo 2018. [En línea]. Available: [https://www.theregister.co.uk/2018/05/29/gartner\\_2018\\_magic\\_quadrant\\_for\\_infrastructure\\_as\\_a\\_service](https://www.theregister.co.uk/2018/05/29/gartner_2018_magic_quadrant_for_infrastructure_as_a_service). [Último acceso: 21 abril 2019].
- [62] E. Alreshidi<sup>1</sup>, «COMPARATIVE REVIEW OF WELL-KNOWN CLOUD SERVICE PROVIDERS (CSPS),» *Sci.Int.(Lahore)*, vol. 31, nº 8, pp. 165-170, 219.
- [63] C. Harvey y A. Patrizio, «AWS vs. Azure vs. Google: Cloud Comparison [2019 Update],» *Datamation*, 22 enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.datamation.com/cloud-computing/aws-vs-azure-vs-google-cloud-comparison.html>. [Último acceso: 25 abril 2019].
- [64] J. Brodtkin, «Gartner: Seven cloud-computing security risks,» *Network World*, n.d., 2008.
- [65] M. A. Murazzo, I. F. Millán, N. Rodríguez, D. Segura y D. Villafañe, «Desarrollo de aplicaciones para Cloud Computing,» de *XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, San Juan, Argentina, 2010.
- [66] T. Ercan, «Effective use of cloud computing in educational institutions,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 2, nº 2, pp. 938-942, 2010.
- [67] J. Huwartz, R. Bloor, G. Kaufman y F. Halper, «How to Choose the Right Cloud Computing Service Provider,» n.d., n.d. n.d. n.d.. [En línea]. Available: <https://www.dummies.com/programming/networking/how-to-choose-the-right-cloud-computing-service-provider/>. [Último acceso: 04 abril 2019].

- [68] B. Aveel y G. Sanchita, «Implementing Fuzzy TOPSIS in Cloud Type and Service Provider Selection.,» *Advances in Fuzzy Systems.*, vol. 2018, nº 2503895, pp. 1-12, 15 noviembre 2018.
- [69] O. Sezi, O. Basar y K. Cengiz, «Multicriteria Evaluation of Cloud Service Providers Using Pythagorean Fuzzy TOPSIS,» *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, vol. 30, nº 2-3, pp. 263-283, 2018.
- [70] K. Muralisankar y A. Zubair, «A Scalable Solution to the Wireless Personal Cloud Service Providers to Allocate Maximize Resources to Users,» *Wireless Personal Communications.* , vol. 90, nº 2, pp. 625-637, septiembre 2016.
- [71] A. Loga y A. M., «FRAMEWORK FOR RANKING SERVICE PROVIDERS OF FEDERATED CLOUD ARCHITECTURE USING FUZZY SETS,» *nternational Journal of Technology*, vol. 7, nº 4, pp. 643-653, 2016.
- [72] A. Cabrera, M. Abad, D. Jaramillo, A. Poma y A. Carrillo, «Incidencia de atributos de calidad de software en el diseño, construcción y despliegue de ambientes arquitectónicos Cloud,» *CISTI (Iberian Conference on Information Systems & Technologies / Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) Proceedings*, vol. 1, nº 1, pp. 848-854, 2015.
- [73] A. Navarro, J. D. Fernández y J. Morales, «Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software,» *Prospectiva*, vol. 11, nº 1, pp. 30-39, 2013.
- [74] S. Bayona, J. Calvo, G. Cuevas y T. San Feliu, «Método para seleccionar un modelo de procesos para desplegar procesos software,» *CISTI (Iberian Conference on Information Systems & Technologies / Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) Proceedings*, pp. 489-494, junio 2012.
- [75] T. Smith, «2017 State of the Cloud Report Uncovers Cloud Adoption Trends,» DZone, 15 febrero 2017. [En línea]. Available: <https://dzone.com/articles/2017-state-of-the-cloud-report-uncovers-cloud-adop>. [Último acceso: 11 abril 2019].
- [76] L. Dignan, «Top cloud providers 2018: How AWS, Microsoft, Google, IBM, Oracle, Alibaba stack up,» ZDNet, 11 diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.zdnet.com/article/top-cloud-providers-2018-how-aws-microsoft-google-ibm-oracle-alibaba-stack-up/>. [Último acceso: 24 abril 2019].
- [77] L. Joyanes Aguilar, «Computación en la Nube e innovaciones,» 2011. [En línea]. Available: [http://cuchillac.net/archivos/pre\\_virtual\\_cloud\\_computing/2\\_cloud\\_publicas/lects/articulo\\_tecnologia.pdf](http://cuchillac.net/archivos/pre_virtual_cloud_computing/2_cloud_publicas/lects/articulo_tecnologia.pdf). [Último acceso: 01 mayo 2019].
- [78] J. Martínez, «MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVA,» n.d. julio 2011. [En línea]. Available:

<http://www.cide.edu.co/doc/investigacion/3.%20metodos%20de%20investigacion.pdf>.  
[Último acceso: 02 junio 2019].

- [79] C. A. Monje, «Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica,» Universidad Surcolombia, Neiva, 2011.
- [80] N. Cedeño, «LA INVESTIGACIÓN MIXTA, ESTRATEGIA ANDRAGÓGICA FUNDAMENTAL PARA FORTALECER LAS CAPACIDADES INTELECTUALES SUPERIORES.,» *RES NON VERBA*, vol. 18, nº n.d., pp. 17-36, agosto 2012.
- [81] C. Díaz de León y E. León de la Garza, «MÉTODO COMPARATIVO,» de *Métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas aplicables a la investigación en ciencias sociales*, Monterrey, México, Tirant Humanidades Mexico, 2016, pp. 223-251.
- [82] A. Ferrari, «¿Qué es un estudio cuasi-experimental?,» n.d., 14 septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.cuidatudinero.com/13117322/que-es-un-estudio-cuasi-experimental>. [Último acceso: junio 13 2019].
- [83] E. Astigarraga, «EL MÉTODO DELPHI,» n.d. n.d. 2009. [En línea]. Available: [http://www.prospectiva.eu/zaharra/Metodo\\_delphi.pdf](http://www.prospectiva.eu/zaharra/Metodo_delphi.pdf). [Último acceso: junio 17 2019].
- [84] J. Ramírez, «Variables dependiente e independiente: concepto y ejemplos,» lifeder, n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://www.lifeder.com/variables-dependiente-independiente/>. [Último acceso: 18 junio 2019].
- [85] UPTC, «Información institucional UPTC,» n.d., 26 noviembre 2018. [En línea]. Available: [http://www.uptc.edu.co/universidad/acerca\\_de/inf\\_institucional/](http://www.uptc.edu.co/universidad/acerca_de/inf_institucional/). [Último acceso: 19 junio 2019].
- [86] Colombiana, «NFORMACIÓN CIUDADES / Tunja,» n.d., n.d. n.d. 2017. [En línea]. Available: <http://www.colombiamania.com/ciudades/tunja.html>. [Último acceso: 19 junio 2019].
- [87] UPTC, «Ingeniería de sistemas y computación,» n.d., 14 julio 2018. [En línea]. Available: [http://www.uptc.edu.co/facultades/f\\_ingenieria/pregrado/sistemas/inf\\_general/](http://www.uptc.edu.co/facultades/f_ingenieria/pregrado/sistemas/inf_general/). [Último acceso: 19 junio 2019].
- [88] J. Meneses y D. Rodríguez, «El cuestionario y la entrevista,» n.d. n.d. 2014. [En línea]. Available: [http://femrecerca.cat/meneses/files/pid\\_00174026.pdf](http://femrecerca.cat/meneses/files/pid_00174026.pdf). [Último acceso: 20 junio 2019].
- [89] Opencourseware, «La observación participante,» n.d., 21 junio 2017. [En línea]. Available: <https://ocw.unican.es/mod/page/view.php?id=793>. [Último acceso: 03 junio 2019].
- [90] L. Román, «Evaluar con rúbricas: qué son, cómo aplicarlas y cuáles son sus beneficios,» Educación 3.0, 27 mayo 2019. [En línea]. Available:

<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/evaluar-con-rubricas/105774.html>.  
[Último acceso: 11 junio 2019].

- [91] M. C. Rubio, «EL ANÁLISIS DOCUMENTAL,» n.d. n.d. 2005. [En línea]. Available: [http://eprints.rclis.org/6015/1/An%C3%A1lisis\\_documental\\_indizaci%C3%B3n\\_y\\_resumen.pdf](http://eprints.rclis.org/6015/1/An%C3%A1lisis_documental_indizaci%C3%B3n_y_resumen.pdf). [Último acceso: 11 junio 2019].
- [92] Psicología-Omlime, «El Método Observacional o Experimental,» n.d., 08 febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.psicologia-online.com/el-metodo-observacional-o-experimental-1980.html>. [Último acceso: 12 junio 2019].
- [93] Esan, «¿Qué es la estadística descriptiva?,» 06 octubre 2016. [En línea]. [Último acceso: 10 agosto 2019].
- [94] M. Riquelme, «Estadística Inferencial (Definición Y Método),» 15 octubre 2018. [En línea]. Available: <https://www.webyempresas.com/estadistica-inferencial-definicion-y-metodo/>. [Último acceso: 11 agosto 2019].
- [95] CSMIC, «Service Measurement Index Framework Version 2.1,» n.d. julio 2014. [En línea]. Available: [http://csmic.org/downloads/SMI\\_Overview\\_TwoPointOne.pdf](http://csmic.org/downloads/SMI_Overview_TwoPointOne.pdf). [Último acceso: 26 junio 2019].
- [96] Amazon, «AWS,» Amazon, n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://aws.amazon.com/es/>. [Último acceso: 13 agosto 2019].
- [97] Google, «GoogleCloud Platform,» Googel, n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://cloud.google.com/compute/vm-instance-pricing>. [Último acceso: 13 agosto 2019].
- [98] microsoft, «Microsoft Azure,» Microsoft, n.d. n.d. 2019. [En línea]. Available: <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/>. [Último acceso: 14 agosto 2019].