



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Unidad de Posgrado

**“Nube social para enseñanza práctica de tecnología de
información”**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería de
Sistemas e Informática

AUTOR

Washington Gilberto LUNA ENCALADA

ASESOR

Nora Bertha LA SERNA PALOMINO

Lima, Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
UNIDAD DE POSGRADO



SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

En la Ciudad Universitaria, a los Dieciséis (16) días del mes de agosto del 2018, siendo las 19:19 horas, se reunieron en el Aula Magna de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el Jurado Examinador de tesis conformado por los siguientes docentes:

Dra. Rosa Delgadillo Ávila (Presidente)
Dra. Nora La Serna Palomino (Asesor)
Dr. Glen Dario Rodríguez Rafael (Miembro)
Dra. Luz Sussy Bayona Oré (Miembro)
Dr. Augusto Bernuy Alva (Miembro)

Se inició la Sustentación de la tesis invitando al graduando **Washington Gilberto Luna Encalada**, para que realizara la exposición oral y pública de la tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería de Sistemas e Informática, siendo la Tesis intitulada:

“Nube Social para Enseñanza Práctica de Tecnología de Información”

Concluida la exposición, los miembros del Jurado Examinador procedieron a formular sus preguntas que fueron absueltas por el graduando; acto seguido se procedió a la evaluación correspondiente, habiendo obtenido la siguiente calificación:

Dieciséis (18)

Por tanto el Presidente del Jurado, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos, le otorga al magister **Washington Gilberto Luna Encalada** el Grado Académico de Doctor en Ingeniería de Sistemas e Informática, cuyo expediente debe ser remitido al Consejo de Facultad para su aprobación.

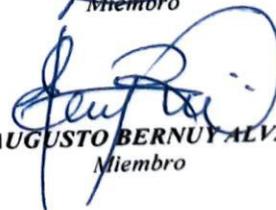
Siendo las 20:40 horas, el Presidente del Jurado Examinador da por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis.


DRA. ROSA DELGADILLO ÁVILA
Presidente


DRA. NORA LA SERNA PALOMINO
Miembro Asesor


DRA. LUZ SUSSY BAYONA ORE
Miembro


DR. GLEN DARIO RODRIGUEZ RAFAEL
Miembro


DR. AUGUSTO BERNUY ALVA
Miembro

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a la Dra. Nora La Serna Palomino, por su acertada dirección en la realización de esta tesis, y al Dr. José Luis Castillo, por su apoyo en todo el proceso de investigación y en la publicación de artículos en congresos, así como en revistas indexadas con factor de impacto. También, dejo constancia de mi reconocimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por auspiciarme y permitirme cursar este programa doctoral.

Muchas gracias.

Ing. Washington Gilberto Luna Encalada , MSc

Doctorando

DEDICATORIA

- A mi esposa Fanny y a mis hijos Kevin, Sebastián y Haziél.
- A mis padres Raquel⁺ y Osfraído.

Ing. Washingtong Gilberto Luna Encalada. MSc.

Doctorando

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática	5
1.2. Formulación del Problema	9
1.2.1 Problema General.....	9
1.2.2 Problemas Específicos	10
1.3. Motivación	10
1.4. Justificación Teórica	11
1.5. Justificación Práctica.....	12
1.6. Objetivos del estudio.....	14
1.6.1 Objetivo general	14
1.6.2 Objetivos específicos	14

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. - ESTADO DEL ARTE.....	15
2.1. Marco Filosófico o epistemológico.....	17
2.2. Antecedentes de investigación	28
2.2.1 Redes Sociales en la educación.....	30
2.2.2 Los sistemas de gestión de aprendizaje o LMS	34
2.2.3 Cursos masivos abiertos en línea	35
2.2.4 Computación en la nube.....	46
2.2.5 Metodologías de enseñanza y teorías de aprendizaje.....	63
2.2.6 Pilares educativos.....	74
2.3. Bases teóricas: Estado del arte	76
2.3.1 Modelos de computación en la nube y TPACK.....	77
2.3.2 Implementaciones e-learning	81
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	97
3.1. Hipótesis.....	98
3.1.1 Hipótesis específicas	98
3.2. Identificación de Variables	99
3.2.1 Variable Independiente	99
3.2.2 Variable Dependiente.....	99
3.3. Operacionalización de variables	100

3.4. Matriz de Consistencia.....	101
3.5. Método de investigación	105
3.5.1 Tipo y Diseño de la Investigación.....	107
3.5.2 Unidad de Análisis	108
3.5.3 Población de Estudio.....	108
3.5.4 Tamaño de la muestra	109
3.5.5 Método PIAM para enseñanza práctica de TI.....	109
3.6. Técnicas.....	110
CAPÍTULO IV: MODELO DE NUBE SOCIAL PARA ENSEÑANZA PRÁCTICA DE TI.....	113
4.1. Modelo de implementación de nube social para enseñanza práctica de TI	114
4.2. Componentes y dimensiones del ecosistema de nube social	121
4.2.1 Dimensión: Principios pedagógicos.....	124
4.2.2 Dimensión: Contenidos	131
4.2.3 Dimensión: Tecnología	132
4.3. Relaciones entre las dimensiones del ecosistema de nube social	132
4.3.1 Relaciones de los componentes abióticos	132
4.3.2 Relaciones entre componentes bióticos	134
CAPÍTULO V: VALIDACION Y RESULTADOS	138

5.1. Confirmar pedagogía y establecer herramientas tecnológicas de nube	139
5.2. Validación del modelo de nube social para enseñanza práctica de TI.....	143
5.2.1 Comprobación de las hipótesis	143
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	167
6.1. Conclusiones	167
6.2. Trabajos futuros	170
BIBLIOGRAFÍA	171
ANEXOS	184
Anexo 1: Tareas a partir de contenidos de TI	184
Anexo 2: Marco tecnológico de nube social para práctica de TI.....	188
Anexo 3: Uso del ecosistema	194
Anexo 4: Metodología SCRUM para implementación de la nube social	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelos de servicios de computación en la nube para educación.	80
Figura 2. Conceptualización del TPACK como modelo.....	80
Figura 3. Método PIAM para aprendizaje en TI.....	109
Figura 4. Etapas del programa de capacitación.....	110
Figura 5. Componentes y dimensiones de un ecosistema de nube social	116
Figura 6. Propuesta: Modelo de nube social para enseñanza práctica de TI.....	117
Figura 7. PaaS para cumplir con el pilar educativo aprender a conocer	119
Figura 8. IaaS para cumplir con el pilar educativo aprender a hacer	120
Figura 9. SaaS para cumplir con el pilar educativo aprender a vivir	120
Figura 10. SaaS para cumplir con el pilar educativo aprender a ser	121
Figura 11. Niveles progresivos de los módulos de la carrera de TI.....	127
Figura 12. Principios instructivos de Merrill, adaptado para TI	129
Figura 13. Relaciones entre dimensiones del ecosistema de nube social	134
Figura 14. Interrelaciones de ecosistema de nube social	137
Figura 15. Diagrama de cajas de resultados de exámenes del programa HP-ATA de nube, dispositivos conectados, redes; y, servidores y almacenamiento.....	140
Figura 16. Región de aceptación y rechazo del pilar educativo aprender a conocer	149
Figura 17. Región de aceptación y rechazo del pilar aprender a ser.....	153
Figura 18. Región de aceptación y rechazo del pilar aprender a hacer.....	156

Figura 19. Diferencia de proporciones de los estilos de aprendizaje antes y después de aplicar nube social	159
Figura 20. Representación de incidencia en los estilos de aprendizaje	160
Figura 21. Región de aceptación y rechazo para el aprendizaje activo	161
Figura 22. Región de aceptación y rechazo para el aprendizaje reflexivo.....	162
Figura 23. Región de aceptación y rechazo para el aprendizaje teórico	163
Figura 24. Región de aceptación y rechazo para el aprendizaje pragmático	164
Figura 25. Mejora de los estilos de aprendizaje.....	166
Figura 26. Marco tecnológico de nube social para enseñanza práctica de TI... 189	
Figura 27. Implementación de nube social	190
Figura 28. Diagrama de la arquitectura OpenUDS	192
Figura 29. Arquitectura del Broker de conexiones OPenUDS	193
Figura 30. Interfaz del MOOC	194
Figura 31. Caso de uso Docente.....	205
Figura 32. Caso de uso administrador.....	206
Figura 33. Caso de uso Estudiante	209

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología de la investigación para el estado del arte	18
Tabla 2. Componentes y dimensiones ecosistemas e-learning	25
Tabla 3. Corolarios de los principios instructivos de Merrill	73
Tabla 4. Comparación de implementaciones para enseñanza práctica de TI.....	88
Tabla 5. Clasificación de MOOC según STEM.....	91
Tabla 6. Componentes y dimensiones de un ecosistema de nube social para prácticas de TI.	115
Tabla 7. Agentes de un ecosistema de nube social según sus dimensiones	124
Tabla 8. Principios instructivos de nube social para enseñanza práctica de TI.	130
Tabla 9. Tareas de TI clasificadas por problemas y principio instructivo.	132
Tabla 10. Clasificación de las herramientas tecnológicas por principios instructivos y servicios de nube	133
Tabla 11. Objetivos formativos de los principios instruccionales	135
Tabla 12. Número total de exámenes rendidos respecto a exámenes aprobados (% de efectividad)	141
Tabla 13. Estadística de exámenes HP-ATA	141
Tabla 14. Calificaciones obtenidas por tarea en cada módulo	142
Tabla 15. Resultados de aprendizaje (sobre 8).....	147
Tabla 16. Prueba t de student para el principio aprender a conocer	148
Tabla 17. Actividades cumplidas	151
Tabla 18. Resumen de datos de la prueba T-Student para el pilar aprender a ser	153

Tabla 19. Prueba estadística Chi–cuadrado para el pilar educativo aprender a hacer	155
Tabla 20. Datos de los porcentajes obtenidos por los estudiantes sobre los estilos de aprendizaje	158
Tabla 21. Comparativo de los promedios de estilos de aprendizaje	159
Tabla 22. Numérico sobre incidencia del modelo en los estilos de aprendizaje	159
Tabla 23. Porcentaje sobre incidencia en los estilos de aprendizaje.....	160
Tabla 24. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas. Aprendizaje Activo.....	161
Tabla 25. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas. Aprendizaje Reflexivo.....	162
Tabla 26. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas. Aprendizaje Teórico	163
Tabla 27. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas. Aprendizaje Pragmático.....	164
Tabla 28. Análisis estadístico sobre los pilares educativos.....	165
Tabla 29. Test t de los pilares educativos	165
Tabla 30. Tareas a partir de contenidos del módulo de dispositivos	184
Tabla 31. Tareas a partir de los contenidos del módulo de redes.	185
Tabla 32. Tareas a partir de contenidos del módulo de servidores & almacenamiento.....	186
Tabla 33. Tareas a partir de contenidos del módulo de nube.....	187
Tabla 34. Tipos y Roles de Usuario	199
Tabla 35. Sprint 1. Metodología SCRUM	201
Tabla 36. Sprint 2. Metodología SCRUM	202

Tabla 37. Sprint 3. Metodología SCRUM	202
Tabla 38. Sprint 4. Metodología SCRUM	203
Tabla 39. Sprint 5. Metodología SCRUM	203
Tabla 40. Sprint 6. Metodología SCRUM	204
Tabla 41. Sprint 7. Metodología SCRUM	204
Tabla 42. Sprint 8. Metodología SCRUM	204
Tabla 43. Caso de uso Docente	205
Tabla 44. Caso de uso Administrador	207
Tabla 45. Caso de uso Estudiante	210

RESUMEN

La educación está en un proceso de reflexión constante, empeñada en educar mejor a más estudiantes con el menor costo, en este escenario, el rol de la enseñanza en línea desempeña un papel esencial, por lo que es necesario emplear nuevos modelos para la implementación de ecosistemas que vinculen de forma efectiva los contenidos con aspectos pedagógicos y tecnológicos.

Las redes sociales y la computación en la nube son tecnologías que están influenciando la educación por su adopción y uso, que configura un nuevo ecosistema e-learning denominado nube social, que permite a una comunidad virtual compartir y colaborar toda clase de recursos y servicios bajo demanda con acceso masivo, ubicuo y abierto.

Para obtener enseñanza práctica de tecnología de información (TI) en línea, tal como ocurre en un laboratorio de computación de un campus universitario, es necesario utilizar varias herramientas que formen ecosistemas que satisfagan los nuevos conceptos de educación inmersiva y global, los cuales cumplan con los pilares educativos y no presenten barreras tecnológicas.

Teniendo en cuenta todo ello, en esta tesis, se desarrolló un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, mediante un modelo de implementación, el cual cumpla con los cuatro pilares educativos, basados a su vez en tres modelos de servicios de la computación en la nube, conocidos como Software como Servicio (SaaS), Plataforma como servicio (PaaS) e Infraestructura como Servicio (IaaS).

Keywords: Ecosistemas, Laboratorios Virtuales, Computación en la Nube, Nube social, Cursos Masivos Abiertos en Línea, Tecnología Información, Infraestructura de Escritorio Virtual, Trae tu Propio Dispositivo

ABSTRACT

Education is in a process of constant reflection, with a commitment to provide higher quality education to more students at the lowest economic cost possible. In this scenario, the role of online teaching plays an essential role, and it is necessary to utilize new implementation models in order to create ecosystems that effectively link content with pedagogy and technology.

Social networks and cloud computing are technologies that are influencing education as their adoption and use become more widespread, giving rise to a new ecosystem called the social cloud, which allows a virtual community to share and collaborate on all kinds of resources, as well as access services on demand with massive, ubiquitous, and open access.

To create practical TI teaching online, such as in a computer lab on a university campus, it is necessary to utilize several tools that form ecosystems capable of meeting the new concepts of immersive and global education, whilst complying with the pillars of education, without technological barriers.

Taking all of this into account, in this thesis, we propose an ecosystem called a social cloud for practical TI teaching, through an implementation model, that complies with the four educational pillars, based on three models of cloud computing services, known as Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) and Infrastructure as a Service (IaaS).

Keywords: e-learning ecosystem, cloud computing, social cloud, massive open online courses, information technology, virtual desktop infrastructure, bring your own device

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La literatura educativa revela varias ideas y nuevas tecnologías para abordar el futuro de la educación como ecosistemas e-learning, computación en la nube, redes sociales, laboratorios virtuales, realidad virtual, mundos virtuales, MOOC, BYOD, etc,

El e-learning aparece como la primera respuesta a los desafíos derivados de la tendencia a la creciente globalización de la educación, esta inclinación significa eliminar los obstáculos que limitan el acceso a la educación, lo cual hace que la educación esté disponible para todos, independientemente del lugar y de las barreras de accesibilidad física y social. Se han producido avances significativos en esta dirección, como lo demuestra la creación de la Universidad de Kaplan¹, la Universidad de Hagen² y algunos éxitos notables que merecen la pena mencionar, como el desarrollo de cursos masivos abiertos en línea (MOOC) (Potkonjak et al., 2016), e iniciativas que trabajan alrededor del desafiante concepto de la educación inmersiva, como “Immersive Education Initiative”³ y “The Immersive Learning Research Network (iLRN)”⁴.

Para satisfacer las demandas de la educación moderna, y en especial de la enseñanza práctica de tecnología de información en línea, se requiere recursos pedagógicos y varias herramientas tecnológicas que configuren las nuevas implementaciones e-

¹ <https://www.kaplanuniversity.edu/>

² <http://www.fernuni-hagen.de/english/>

³ <http://immersiveducation.org/>

⁴ <https://immersivelrn.org/>

learning que, además de ofrecer bondades como la centralidad, facilidad de uso, escalabilidad y ubicuidad, permitan cumplir con los cuatro pilares educativos como aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir, donde solo se utilicen recursos virtuales, en lugar de emplear recursos físico de un laboratorios de computación una institución educativa.

Investigaciones han demostrado que la experiencia práctica en laboratorios de computación juega un papel central en la educación, esto se debe en gran parte a su fuerte impacto en los resultados de aprendizaje de los estudiantes y el desempeño para la preparación profesional. Sin embargo, hasta los últimos años, las experiencias físicas de laboratorio fueron las únicas experiencias, a partir de las cuales se pudieron extraer estas conclusiones. En un estudio, Brinson afirma que se podría enseñar con recursos virtuales, pero "hay una clara necesidad de aprender con recursos físicos" (Brinson, 2015).

En un estudio de Boukil e Ibriz, se asegura que: "E-learning utiliza Internet y contenido digital para el aprendizaje y para las actividades de educación, que aprovecha al máximo la tecnología educativa moderna para proporcionar un nuevo mecanismo de comunicación y un entorno de aprendizaje rico en recursos para lograr una nueva forma de aprender", "una de las aplicaciones más interesantes del e-learning son los laboratorios virtuales basados en computación en la nube"; y, "un laboratorio virtual es una colección de recursos informáticos, almacenamiento y elementos de red, implementados con fines educativos, y proporciona la infraestructura necesaria para simular un laboratorio clásico; los recursos son accesibles a través de internet, por lo tanto, es esencial pasar de los laboratorios tradicionales a los laboratorios virtuales" (Boukil & Ibriz, 2015).

Algunas universidades tienen dificultades para enseñar TI en los laboratorios de computación tradicionales, por limitaciones como horas de uso, falta de equipos, reparación y mantenimiento complicado, lugares dispersos de los laboratorios, altos costos de hardware y software y contratación de personal.

El mercado de soluciones software para e-learning es extenso. Jane Hart presentó una lista de doscientas herramientas de software más populares para el aprendizaje⁵. La mayoría de las herramientas tienen enfoques diferentes, lo que significa que abarcan solo tareas específicas. Por ejemplo, herramientas tales como Learning Management System (LMS) y Massive Open Online Courses (MOOC) apoyan la organización y distribución de recursos y actividades, mientras que no han sobresalido por la interacción y colaboración (Moser *et al.*, 2014). Por otro lado, las redes sociales y los servicios de computación en nube se usan en la generación, la colaboración y el intercambio de contenidos y recursos (Luna & Castillo, 2015).

Las herramientas tecnológicas rara vez trabajan juntas, debido a que cada una tiene interfaces de usuario únicas, métodos de autenticación individuales, bases de datos y repositorios aislados, este escenario se complica aún más por los requisitos divergentes de hardware y software. Cuando los recursos y materiales se ofrecen a través de varias herramientas, a veces la distribución de contenido se transfiere manualmente para permitir un trabajo colaborativo.

Por lo tanto, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, las soluciones de e-learning para las instituciones educativas deben basarse en combinaciones de herramientas, bajo la percepción de que cada una aporta algún aspecto particular. Sin embargo, el tiempo y el esfuerzo necesario para implementar y mantener numerosas herramientas pueden disuadir a los profesores para incorporarlos en el aula, incluso cuando estén capacitados en el uso de tecnologías educativas.

⁵ <http://c4lpt.co.uk/top100tools/>

Según Gumber, las razones más poderosas para que los docentes no incorporen la tecnología en sus clases se deben a barreras tecnológicas, las cuales son las más difíciles de superar (Gumber, 2015).

Por lo expuesto, es evidente que las nuevas implementaciones e-learning requieren de nuevos modelos, enfoques y herramientas que guíe su implementación y, de este modo, apoyar la colaboración y la creación de nuevos productos y tecnologías en línea.

Los servicios de computación en la nube están influyendo en la educación en línea por su adopción y uso, además, aportan en la implementación de sistemas e-learning, lo cual hace posible el intercambio y la colaboración de variedades de recursos y herramientas bajo demanda con acceso masivo, ubicuo y abierto, permitiendo así a las universidades concentrarse más en las actividades de enseñanza e investigación que en las implementación y configuración de complejos sistemas de software de TI (Alharthi, Yahya, Walters, & Wills, 2015).

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo de implementación de un ecosistema denominado "nube social" para enseñanza práctica de TI, que cumpla con los cuatro pilares educativos. La propuesta relaciona todas las dimensiones de un ecosistema e-learning, así, se utiliza una combinación de herramientas tecnológicas que promuevan la transmisión pedagógica de contenidos y que mitiguen las barreras inherentes al uso de la tecnología, simplificando la complejidad tecnológica.

El modelo de implementación de ecosistemas de nube social (Chard, Caton, Rana, & Bubendorfer, 2010) para enseñanza práctica de TI se basa en:

- Los tres modelos de servicios de computación en nube: Software como Servicio (SaaS), Plataforma como Servicio (PaaS) e Infraestructura como servicio (IaaS) (González-Martínez, Bote-Lorenzo, Gómez-Sánchez, & Cano-Parra, 2014), (Akande & Belle, 2016)

- El modelo TPACK. (Boschman, McKenney, & Voogt, 2015) (Koh & Chai, 2014) (Chai, Ling Koh, Tsai, & Lee Wee Tan, 2011).
- Los principios instructivos de Merrill, de resolución de problemas y realización de tareas (Merrill, 2013), (David Merrill, 2009).

El documento está estructurado en seis capítulos. En el capítulo 1, se presenta la situación problemática, los objetivos y la motivación de la investigación. En el capítulo 2, se presenta la revisión de la literatura que contempla la experiencia de varios autores y universidades en el uso de redes sociales, LMS, MOOC y servicios de computación en la nube en implementaciones e-learning que apoyan la enseñanza práctica de TI y ciencias de la computación en general. En el capítulo 3, se presenta la metodología de investigación. En el capítulo 4, se presenta la propuesta del modelo para implementar el ecosistema de nube social para enseñanza práctica en TI, que emplea los tres modelos de servicios de computación en la nube. En el capítulo 5, se presentan y se discuten los resultados mediante los cuales se validó el modelo. Finalmente, en el capítulo 6, se presentan las conclusiones y se plantean futuros trabajos derivados en esta investigación.

1.1. Situación Problemática

La educación en línea ha estado constantemente redefiniendo el concepto de la educación a distancia desde los años 90. Al final de la primera década del siglo 21, muchos colegios y universidades en los Estados Unidos consideraron a la educación en línea como parte integrante de su estrategia de planificación educativa y de su modelo de instrucción (Subbian, 2013). Hoy en día, casi todas las universidades y colegios del mundo han adoptado algún tipo de entorno virtual para el aprendizaje en línea.

Según el reporte de IDC, patrocinado por CISCO, en Latinoamérica, la demanda de profesionales con habilidades en TI rebasará la oferta y harán falta 449,000 empleados

para el 2019. Esta brecha hace que las universidades enfrenten el reto de enseñar a los futuros profesionales habilidades prácticas de TI que les permitan impulsar la innovación para ser competitivos globalmente. La evolución de las redes y el camino a la digitalización representan nuevos retos profesionales, para lo cual se requerirán habilidades más amplias con el fin de desarrollar y manejar infraestructuras de redes robustas y flexibles (Pineda & González, 2016).

Según un reporte de “The Economist”⁶, hay evidencias de la existencia de una brecha entre lo que las universidades enseñan y lo que la sociedad requiere en el campo empresarial y de producción. La educación, además de transmitir conocimiento teórico en el campo de la TI y ciencias de la computación, debe transmitir habilidades prácticas con el fin de tener profesionales certificados y competentes en esta área.

En un reporte de “451 Research”⁷, el 60% de los ejecutivos citan la falta de conocimientos y experiencia práctica de los profesionales, como el mayor obstáculo para poder ejecutar estrategias y soluciones de TI en las empresas.

La TI tiene un gran impacto en varios aspectos de la vida cotidiana, tanto en la empresa como en la educación. Los métodos y procedimientos que guían la utilización de recursos tecnológicos como dispositivos, computadores, redes y servidores (que gestionan y procesan información) necesitan experiencia práctica. Las habilidades prácticas necesarias en tecnologías de información incluyen redes, video, nube, movilidad, centros de datos y virtualización, big data, ciberseguridad, IoT y desarrollo de software; además de las habilidades básicas en redes, tales como conocimiento de switching y routing, seguridad, redes inalámbricas, comunicaciones unificadas y

⁶ <https://www.economist.com/>

⁷ <https://451research.com/>

colaboración. Adicionalmente, los profesionales en TI deben desarrollar otras habilidades no técnicas como trabajo en equipo, resolución de problemas, administración de proyectos, creatividad e innovación, capacidad de comunicación y una actitud emprendedora, como parte de su formación integral.

En ciencias de la computación, la mayoría de las universidades del mundo y en especial las universidades de Latinoamérica, tienen dificultades en transmitir experiencia práctica a sus estudiantes en el campo en TI, por razones como la falta de laboratorios físicos o la falta infraestructuras tecnológicas integrales o ecosistemas para el aprendizaje en línea. Los gastos que demandan una educación práctica en TI son onerosos, ya que requieren invertir en recursos hardware y software, además de personal que se ocupe de la administración, mantenimiento, e implementación de laboratorios físicos.

En los últimos años, se ha visto, un número significativo de nuevas ideas tecnológicas que aparecen en la literatura, discutiendo el futuro de la educación inmersiva y global, y, en particular, de la educación en línea. Por ejemplo, LMS, redes sociales, laboratorios virtuales, cursos masivos abiertos en línea (MOOC), escritorios virtuales, máquinas virtuales, apoyados por la computación en la nube y el modelo denominado traiga su propio dispositivo (BYOD).

Cada una de las tecnologías mencionadas tiene enfoques y usos particulares, lo que significa que cubren solo áreas específicas de la educación. Por ejemplo, las herramientas LMS y MOOC, apoyan la organización y distribución de recursos y actividades (Moser *et al.*, 2014). En cambio, las redes sociales han influenciado la educación por su utilidad, adopción y uso, por la comunicación, colaboración, y compartición de recursos y contenidos.

La computación en la nube apoya los aspectos mencionados anteriormente, y mediante la utilización de todos los modelos de servicios dan lugar a un nuevo paradigma denominado nube social, que permite a una comunidad virtual establecida con base en

relaciones de confianza, compartir y colaborar toda clase de recursos que van desde contenidos a recursos avanzados como máquinas virtuales, con acceso masivo, ubicuo y abierto (Luna Encalada & Castillo Sequera, 2015).

Aunque los servicios de computación en la nube tienen muchas ventajas, está claro que la migración a la nube no es una tarea fácil, pues las instituciones educativas se enfrentan a varios desafíos que dificultan su implementación.

A pesar de la flexibilidad, escalabilidad y demanda de recursos que la computación en la nube ofrece, hay una baja tasa de adopción en las instituciones de educación de acuerdo a Gartner, que reporta un uso actual de solo el 4%. Otro estudio pone de manifiesto que el 12% de los participantes no están familiarizados con los servicios de computación en la nube, mientras que el 88% piensa que los servicios de computación en la nube para educación deben ser explotados.

Por lo expuesto, las soluciones e-learning para instituciones de educación deben aprender de la experiencia actual de las tecnologías existentes, así mismo, deben aprovechar la combinación de herramientas de todos los modelos de servicios de la computación en la nube, para adoptar un enfoque con visión de futuro al servicio de la educación en la implementación de ecosistemas e-learning, bajo el principio en el cual diferentes tecnologías podrían utilizarse con el fin de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, reflejado en una formación integral y cumplir así con los pilares educativos.

El uso aislado de diversas aplicaciones y tecnologías, sin seguir un modelo, obstaculizan su incorporación en el aprendizaje. Si bien, el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) (Archambault & Barnett, 2010) establece un marco referencial para la integración eficiente de las TIC en la educación, no existe un modelo que guíe la implementación de ecosistemas para la enseñanza práctica de TI.

Según la revisión de literatura, las plataformas en línea de muchas universidades no cumplen con todos los pilares educativos, y, por lo tanto, tienen deficiencias en enseñar las habilidades prácticas en TI. Se ha evidenciado que la mayoría de entornos virtuales de aprendizaje en línea solo transmiten contenidos teóricos, con formatos de cursos estructurados por videos cortos, material de lectura y algún test o cuestionario, por lo tanto, se sigue demandando ecosistemas para enseñanza práctica con calidad, certificación y accesibilidad económica.

También se ha evidenciado que la mayoría de las implementaciones e-learning no son compatibles con el modelo BYOD, que permitan el acceso móvil desde cualquier lugar y dispositivo, para aprovechar la proliferación de dispositivos heterogéneos, como tabletas, teléfonos inteligentes que cuentan con conexión a internet en manos de los estudiantes (Bring-Your-Own-Device) (Sayler, Grunwald, Black, & White, 2014).

Es este entorno un modelo de implementación de ecosistemas denominado nube social basado en varias herramientas de los tres modelos de servicios de la computación en la nube: infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaS) y software como servicio (SaS) para la transmisión pedagógica de contenidos, los cuales servirán de guía para que los nuevos ecosistemas e-learning alojen y desplieguen recursos virtuales, adecuados para la enseñanza práctica de TI, lo cual posibilita la reproducción de las bondades de un laboratorio físico de una institución educativa, así se agregan características como la centralidad, facilidad de uso, escalabilidad, ubicuidad, entre otras.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera la aplicación de un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres servicios de computación en la nube, permitirá cumplir con los pilares educativos?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿De qué manera un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo infraestructura como servicio (IaaS) de la computación en la nube, influye en el pilar educativo “aprender a hacer”?
- ¿De qué manera un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, influye en el pilar educativo “aprender a conocer”?
- ¿De qué manera un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, influye en el pilar educativo “aprender a ser”?
- ¿De qué manera un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo software como servicio (SaaS) de la computación en la nube, influye en el pilar educativo “aprender a vivir”?

1.3. Motivación

En la revisión de la literatura que se presenta en el capítulo dos, no se ha encontrado estudios que evidencien la existencia de modelos de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, que utilicen todos los modelos de servicios de la computación de la nube; se han encontrado esfuerzos aislados de varias instituciones en la implementación de sistemas e-learning, donde no se hace uso de todos los servicios de nube, tanto en nubes privadas como en públicas, sin llegar a evaluarlas sobre el cumplimiento de los pilares educativos, ni su utilidad en la educación práctica.

Se han encontrado modelos de uso de redes sociales en educación y también modelos de adopción de la computación en la nube en educación, pero ningún estudio aborda

la problemática de ausencia de práctica en TI, ni realizan análisis sobre el cumplimiento de los pilares educativos en los ecosistemas e-learning.

Por lo expuesto, la motivación de este trabajo está plenamente justificada, ya que hoy en día existe la necesidad de ofrecer ecosistemas e-learning con acceso masivo y ubicuo. Los alumnos del milenio y nativos digitales quieren opciones de aprendizaje a la carta o bajo demanda, a medida que el mundo se vuelve más digital, la expectativa es tener un aprendizaje disponible en cualquier momento y en cualquier lugar, y con acceso desde una amplia gama de dispositivos hardware y software.

En algunas instituciones educativas, la computación en la nube permite a los estudiantes acceder a software que antes no estaba disponible, por razones de costos o de limitaciones de la capacidad del hardware de propiedad de la institución. Alternativamente, las aplicaciones que se ofrecen a través de la nube son más fáciles de administrar y mantener como servicios centralizados.

1.4. Justificación Teórica

La importancia para resolver los problemas planteados se da por los siguientes aspectos:

- Posibilidad de ofrecer educación masiva y ubicua en línea con una mayor flexibilidad, dando oportunidad a acceder a estudiantes de varios lugares, especialmente rurales. La perspectiva de acceder a la tecnología desde lugares remotos en lugar del laboratorio de la institución educativa, puede significar la diferencia entre permanecer inscritos y el abandono de los estudios, ya que costos de transporte pueden llegar a ser inmanejables para muchos estudiantes de bajos recursos.
- Generar educación inclusiva a toda la sociedad especialmente a la población rural y bajos recursos, lo cual contribuye en el campo académico

y social, específicamente, en la formación de estudiantes con experiencia práctica en el área de TI.

- Entregar a la sociedad profesionales certificados y con experiencia práctica en TI, que cubran los requerimientos de las empresas e industria en el marco de una nueva matriz productiva.
- Ecosistemas de fácil administración derivada de instalación y reparación de errores de software a nivel de nube, en lugar de en cada computador del laboratorio.
- Mayor utilidad de la tecnología existente, dado que el procesamiento se lleva a cabo fuera de la computadora del usuario, los equipos más antiguos pueden aumentar su vida útil y pueden ejecutar software independientemente de la capacidad de procesamiento del equipo local.
- Posibilidad de usar equipos de propiedad de los estudiantes (BYOD) para prácticas de TI, con reducción de costos por el uso de recursos virtualizados en lugar de recursos físicos.

En definitiva, el modelo de implementación propuesto es una perspectiva prometedora para la educación en instituciones que enfrentan restricciones presupuestarias y tienen población estudiantil móvil o rural que desea acceder a la enseñanza práctica de TI

1.5. Justificación Práctica

La principal justificación práctica de este trabajo consiste en proponer un modelo de implementación de ecosistemas de nube social empleando los tres modelos de servicios de computación en la nube, como SaaS, PaaS e IaaS, que involucren aspectos del aprendizaje que ofrecen los MOOC, redes sociales y otras tecnologías emergentes, donde el alumno es capaz de interactuar de manera centralizada, sencilla y ubicua, para

realizar prácticas de TI de forma similar a la práctica que se realiza en un laboratorio de computación físico, cumpliendo así con los cuatro pilares de la educación.

Para una institución educativa que no cuente con laboratorios para capacitación práctica en TI, como software, sistemas operativos, redes, servidores, almacenamiento y computación en la nube, este modelo permitirá implementar ecosistemas que utilicen una combinación de herramientas tecnológicas y pedagógicas para promover la transmisión de conocimientos, fomentar la interacción y la colaboración, y asegurar que los estudiantes obtengan valiosa experiencia práctica, con la finalidad de ayudar a las universidades a centrarse más en las actividades de enseñanza y de investigación que en la implementación y configuración de sistemas e-learning complejos, con ingentes gastos que demanda los laboratorios físicos.

Para probar el modelo de implementación de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres servicios de computación en la nube, se implementó un ecosistema mediante la integración de software de código abierto como sistemas operativos, servicios web, a través de una autenticación única. Dependiendo de la cantidad de estudiantes a los que se quiera atender, el ecosistema utiliza pocos servidores físicos para los servicios y el alojamiento de recursos virtuales. La masificación y la escala requeridas se logran mediante el aumento del número de servidores físicos a medida que se necesite más servicios o más recursos virtuales o también se puede escalar mediante nube híbrida.

Los servicios se pueden ofrecer al estudiante mediante escritorios virtuales, de esta forma, toda la complejidad tecnológica de la infraestructura es transparente, ya que se podrá interactuar directamente con el MOOC o LMS desde sus propias computadoras o dispositivos inteligentes.

Aunque los servicios de computación en la nube tienen muchas ventajas, está claro que la migración a la nube no es una tarea fácil. Las instituciones educativas se enfrentan a varios desafíos que dificultan su implementación.

1.6. Objetivos del estudio

1.6.1 Objetivo general

Desarrollar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres servicios de computación en la nube, con la finalidad de cumplir con los pilares educativos.

1.6.2 Objetivos específicos

- Determinar cómo se cumple con el pilar educativo “aprender a hacer”, mediante la utilización del modelo, infraestructura como servicio (IaaS) de la computación en la nube, en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI.
- Determinar cómo se cumple con el pilar educativo “aprender a conocer”, mediante la utilización del modelo plataforma como servicio (PaaS), de la computación en la nube en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI”.
- Determinar cómo se cumple con el pilar educativo “aprender a ser”, mediante la utilización del modelo plataforma como servicio (PaaS), de la computación en la nube en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI”.
- Determinar cómo se cumple con el pilar educativo “aprender a vivir” mediante la utilización del modelo software como servicio (SaaS) de la computación en la nube, en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. - ESTADO DEL ARTE.

En este capítulo presenta el marco teórico a través de un estudio del estado del arte sobre modelos, implementaciones, herramientas, infraestructuras y plataformas e-learning para enseñanza práctica de TI, utilizando tecnologías como LMS, redes sociales y MOOCs, basados en computación en la nube.

El propósito de la revisión del estado del arte es resumir el estado actual de conocimiento sobre un determinado tema de interés y poner de relieve los problemas y cuestiones que aún no se han resuelto por completo (Creswell, 2008). Para la consecución de este objetivo se parte de un análisis de las contribuciones científicas más relevantes realizadas en los últimos años, para lo cual se empleó algunos aspectos de la propuesta de Bárbara Kitchenham (Kitchenham & Charters, 2007), a pesar que esta metodología permite realizar una revisión de la literatura en ingeniería de software, se puede aplicar a otros contextos. Esta metodología consta de las siguientes etapas:

- 1) Planificación de la revisión. Con base en la motivación y objetivos de investigación, planteados en el capítulo 1, se elaboró y validó el protocolo de revisión, que consistió en las siguientes etapas:
 - a) Se identificó la necesidad de la revisión con base a la motivación planteada.
 - b) Se desarrolló un protocolo de revisión para cumplir con los objetivos planteados:
 - i) Se realizó la búsqueda de los temas de interés en revistas y libros de actas de conferencias en congresos científicos a través de las principales bibliotecas digitales y motores de búsqueda como: IEEE Xplore, ACM Digital Library, Science Direct, Scopus, Springer, etc. Los términos de búsqueda fueron: ecosistemas e-learning, cloud computing, LMS, redes

sociales, MOOCs, BYOD, laboratorios virtuales, principios instructivos, y pilares educativos.

- ii) De los resultados encontrados, se leyó el título y se descartó aquellos que no estaban relacionados con los temas de interés.
 - iii) De los artículos seleccionados se leyó el resumen y se descartó aquellos que no estaban relacionados con los temas de investigación.
 - iv) De los artículos restantes, se analizó la introducción y las conclusiones y se descartó aquellos que provenían o hacían referencias a otros trabajos más amplios.
 - v) De los resultados restantes, se leyó los artículos completos y se descartó aquellos que no estén relacionados con el tema y no propongan una contribución relevante sobre modelos de implantación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI.
- c) Se evaluó el protocolo de revisión y se validó la calidad de los estudios, con los asesores de este trabajo, mediante una lista de chequeo que contiene criterios de aporte, credibilidad, relevancia, novedad, viabilidad entre otros.
- 2) Preparación de la revisión: Se extrajeron y registraron los datos más relevantes de cada artículo como estudios previos, motivación y aporte del autor, proceso y métricas utilizadas para resolver el problema.
- 3) Redacción de la revisión: En esta fase, se determinó cuáles van a ser los mecanismos específicos de socialización del estudio, se redactó, se dio formato, se evaluó, reviso y publico varios artículos, sobre el tema. Las sub-etapas son las siguientes:
- a) Especificación de los mecanismos de socialización: Se definió los congresos internacionales y revistas con factor de impacto para presentar los resultados.

- b) Elaboración del informe: En base a los formatos y guías de autor de los congresos y revistas seleccionadas, se redactó los artículos.
 - c) Evaluación y revisión del informe: Se evaluó y revisó el informe del estado del arte, en una primera etapa, mediante el criterio y aporte de la asesora de tesis y profesores del programa doctoral; y, en una segunda etapa, mediante expertos especialistas del tema, como son los pares revisores asignados por congresos y revistas.
- 4) Publicación y sustentación de artículos: Finalmente, luego se realizaron correcciones y sugerencias por parte de los expertos, pares evaluadores de los congresos y revistas, de ser el caso se expusieron y publicaron los resultados.

Los aspectos más importantes de la metodología de investigación se explican en la tabla número 1.

Como resultado de la aplicación de la metodología expuesta, se determinó las contribuciones más relevantes sobre modelos, ecosistemas, plataformas e infraestructuras educativas en línea, que utilizan tecnologías emergentes como redes sociales, LMS, MOOCs y computación en la nube. Se establecieron las ventajas y retos de cada una de ellas, planteándonos de esta manera la motivación y objetivos para este trabajo.

2.1. Marco Filosófico o epistemológico

La formación en línea o e-learning marca una auténtica revolución en la manera de concebir las experiencias del aprendizaje, que influye a elementos tecnológicos, factores sociales, roles docentes y discentes, dinámicas de comunicación, relación enseñanza-aprendizaje, los contenidos formativos o la propia metodología del proceso.

Sin embargo, a pesar de la euforia que ha producido la formación en línea, y el extraordinario desarrollo de herramientas tecnológicas, sistemas de formación y

contenidos digitales, no se puede ocultar un grado de decepción y escepticismo cuando se analizan los resultados de aprendizaje y el nivel de satisfacción de los estudiantes.

Tabla 1. Metodología de la investigación para el estado del arte

Aspecto	Explicación
Estrategia de búsqueda	<p>Área: ecosistemas e-learning, cloud computing, LMS, MOOCs, BYOD, VDI. Virtual labs</p> <p>Propósito de la búsqueda: Modelos de uso y adopción de computación en la nube, así como herramientas, plataformas e infraestructuras e-learning para enseñanza de TI</p>
Fuentes de información	Tesis, Libros, Revistas, Informes Técnicos, Libro de actas de congresos
Motores de búsqueda	ACM Digital Library, IEEE, Elsevier Science Direct
Criterios de búsqueda	<p>“ecosistemas e-learning”</p> <p>“cloud computing”</p> <p>“MOOC”</p> <p>“BYOD”</p>
Criterios de selección	<p>Documentos que contienen información sobre la aplicación de modelos de e-learning para enseñanza práctica de TI</p> <p>Sitios web oficiales de modelos, herramientas, plataformas e infraestructuras</p>
Criterios de exclusión	Se excluyen los documentos que analizan la computación en la nube para otras aplicaciones que no sean educación
Evaluación de los contenidos	<p>Exactitud, objetividad, cobertura, aporte, pertinencia de acuerdo a las hipótesis y preguntas de investigación</p> <p>Se investiga en la cadena de autores que han realizado contribuciones a los artículos y temas analizados</p>
Análisis de la información	Se ofrece una visión general de los retos la computación en la nube en educación, el modelo TPACK, pilares instructivos y pilares educativos

Elaborada por el autor

Hay que comprender que la tecnología en el e-learning es solo un medio, por lo tanto, se debe procurar que en lo posible sea neutra.

Si se revisa la historia del e-learning, se puede hablar de generaciones que han marcado su desarrollo. La primera generación se caracteriza por el desarrollo de entornos tecnológicos y contenidos digitales, y ha transitado hasta las propuestas del modelo de e-learning y, por lo tanto, a una preocupación por el desarrollo de estrategias de implementación e interoperabilidad con los entornos de formación en línea, para obtener eficiencia y calidad. La segunda generación está marcada por el papel crucial que se da al factor humano como elemento presente en las todas las fases del proceso enseñanza-aprendizaje; la redefinición del rol docente en el e-learning es la característica fundamental de esta fase (Arregui & Martín, 2015).

Así pues, es necesario definir nuevos modelos de implementación para la formación e-learning, y aprovechar las nuevas herramientas tecnológicas a disposición que posibilitan nuevas modalidades de comunicación, y, por otro lado, las nuevas atribuciones y perfiles del docente y estudiante.

La formación no consiste en entregar solo información al estudiante, se debe ir más allá de la mediación tecnológica y los objetos de aprendizaje, se debe hablar de la interacción humana, tanto entre los alumnos como con los perfiles docentes, que es ahí donde se encuentra el éxito en las iniciativas formativas, es decir, la información debe convertirse en experiencia formativa en la mente del estudiante, que en términos filosóficos Aristóteles denominaba “entendimiento paciente” y “entendimiento agente”, es decir, la distinción cognitiva entre memoria y consciencia (Seoane Pardo, Antonio Miguel; García Peñalvo, 2007).

Para implementar proyectos educativos en línea, se debe perseguir la formación integral del estudiante, tanto en aspectos teóricos, prácticos, metodológicos, tecnológicos, sociales y de gestión, así como de desarrollo humano. Lo último debe redundar en el fortalecimiento de la autoestima del participante, su crecimiento personal, la potenciación de sus capacidades de liderazgo y el afianzamiento de una ética profesional.

Lo anterior es el resultado del cambio del objeto de atención. El e-learning reconoce al alumno como protagonista creador de su proceso de aprendizaje. Algunas de las habilidades que se debe promover para formar al estudiante, conocidas como los pilares educativos, son las siguientes (Meza, 2012):

Aprender a conocer:

- Autonomía, independencia, flexibilidad y una mentalidad abierta.
- Autoconciencia de los procesos del propio aprendizaje. En otras palabras, que el estudiante aprenda a aprender. Para ello es necesario facilitarle la adquisición de ciertas estrategias cognitivas de exploración y descubrimiento.
- Sentido crítico.
- Disposición para aprender en espacios informales que rompen con los espacios tradicionales.
- Constancia en el aprendizaje.

Aprender a hacer:

- Iniciativa, creatividad, dinamismo y tendencia a la innovación.
- Capacidad de identificar, analizar y buscar soluciones a los problemas que se le presentan.
- Capacidad de tomar decisiones con responsabilidad.
- Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica.
- Actitud positiva hacia la investigación y confianza en sus resultados. Esto incluye la búsqueda y el estudio de diversas fuentes.
- Capacidad de valorar e integrar las propias experiencias.

- Capacidad de comprensión y comunicación escrita y audiovisual.
- Capacidad de ejecutar correcta y efectivamente actividades del área propia de formación.
- Manejo de tecnologías de información y comunicación, tanto para la propia formación como para desarrollar la labor profesional en cuestión.

Aprender a vivir juntos:

- Sensibilidad y solidaridad frente a las necesidades de los demás, con miras a construir un espacio compartido.
- Capacidad de trabajo cooperativo y solidario, tanto al interior de un equipo de la misma disciplina como dentro de un equipo interdisciplinario.
- Ética profesional e interés por proteger el medioambiente.
- Disposición de instrumentalizar el propio quehacer con miras a aportar soluciones a la problemática particular del propio país, dentro del ámbito de las propias competencias y responsabilidades.

Aprender a ser:

- Capacidad de autoconocimiento y autovaloración.
- Actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales. Esto implica tolerancia y respeto por las opiniones ajenas que disienten de las propias y se revierte a su vez en valores de convivencia y paz.
- Capacidad de autoobservación y de autoevaluación.
- Disfrute de la vida y apreciación del arte y la cultura.

Una reflexión crítica que busca encontrar desde el punto de vista filosófico las concepciones que subyacen en la fundamentación de lo virtual en la producción de conocimiento sobre la educación en línea configura una lectura que filtra otros aspectos relacionados con la educación como la tecnología educativa o la educación a distancia por su discurso tecnocrático, su concepción técnico-racional y su uso básicamente instrumental (Peña, 2010).

Se ha definido cuatro dimensiones desde las cuales se da comprensión al problema: lo filosófico, lo pedagógico, lo comunicativo y lo tecnológico.

El boom de lo virtual está invadiendo progresivamente a muchas instituciones de educación, su incremento ha sido motivado por diferentes factores, como el interés principalmente económico de ampliar la cobertura de la educación a bajo costo; sin embargo, las instituciones de educación se ven confrontadas con una realidad que desconocen la permeabilidad entre lo real y lo virtual, pues la simple introducción de las TIC con las lógicas de la educación presencial evidencia una crisis en múltiples niveles.

Los procesos cognitivos en las redes operan con una naturaleza diferente a la clásica transmisión de la información; el lugar del docente se ve cuestionado al descentrarse como soporte privilegiado del saber, su rol tradicional no opera con la supuesta eficacia que lo hace en la formación presencial, requiere de nuevas formas de comunicación y de control que normalmente desconoce; son necesarias capacidades diferentes para acceder, procesar y gestionar la información y más aún para producir conocimiento en red y analizar su validez; las instituciones de educación poco se han interesado por investigar aspectos sociales y culturales fundamentales que inciden sobre los procesos cognitivos en los entornos digitales, como la constitución de comunidades virtuales de aprendizaje, el trabajo colaborativo, entre otros.

En esta época de revolución digital, nuevos entornos pedagógicos han surgido, siendo necesario conocer cuáles son los modelos, implementaciones y las bases didácticas

sobre las que sientan las raíces. En este marco surge el “Software Social de Entornos de Aprendizaje”, que pone en marcha el uso de las nuevas tecnologías en los proyectos educativos.

Se puede decir que este modelo se asienta sobre tres soportes diferenciados pero interconectados:

- El primer soporte tiene que ver con el contexto por el cual se produce. Este contexto se enmarca en la denominada Web 2.0 y computación en la nube, que modifica la forma de hacer, comunicar y pensar, lo que da lugar a una nueva cultura de la sociedad digital. Para hacer hay que contar con herramientas tecnológicas adecuadas, que ayuden en ese camino. Los recursos tecnológicos interconectados conjuntamente con las herramientas de colaboración y comunicación posibilitan dichos cambios. Algunos ejemplos son los blogs, las wikis, las sindicaciones, las folcsonomías, etc. Así, se destacan determinadas características que poseen, como interactividad, formalismo, dinamismo, naturaleza hipermedia y multimedia y conectivismo.
- El segundo soporte es la cultura de la sociedad digital, donde surgen nuevos escenarios educativos que se clasifican según el uso y forman verdaderas comunidades virtuales de aprendizaje, así, se da un aprendizaje participativo y colaborativo gracias al uso de dispositivos móviles.
- El tercer soporte es la pedagogía que une tres teorías: la teoría constructivista, teoría ecológica y teoría de la percepción, que suman el proceso interno del sujeto, la interacción bidireccional entre sujeto y medio.

Con los tres soportes descritos, se genera un ecosistema de aprendizaje digital cuyo hábitat lo conforman verdaderos entornos semióticos configurados por las TIC. Los habitantes de este hábitat serán los estudiantes, profesores y el contenido educativo, en una continua actividad conjunta a través del seguimiento de unos objetivos de

aprendizaje y finalidades pedagógicas. Estos entornos son posibles gracias al poder transformador que poseen las TIC con retroalimentación de todas las partes en ese ecosistema; esta retroalimentación se genera en las comunidades virtuales de aprendizaje.

A los ecosistemas e-learning se les conoce como un especial ecosistema digital, y se presenta como el nuevo paradigma de los nuevos sistemas de educación soportados por las TIC. Según la literatura actual, un ecosistema e-learning está compuesto por actores del proceso de enseñanza-aprendizaje, que son las comunidades de aprendizaje establecidas con base en relaciones de confianza; la tecnología, el contenido y los aspectos pedagógicos, compuestos por todas las herramientas y servicios tecnológicos que soportan el aprendizaje, y que actúan dentro de límites definidos denominados fronteras de aprendizaje con el fin de producir resultados educativos.

Según Chang y Guet (Chang & Guetl, 2007), al realizar una comparación con los ecosistemas de biología, identifica los siguientes componentes en un ecosistema e-learning:

- a) Comunidades de aprendizaje (bio-diversidad): Las comunidades de aprendizaje son grupos de personas que interactúan y colaboran de forma síncrona o asíncrona.
- b) Los servicios tecnológicos y programas de e-learning (especies): Conformado por soportes estáticos y dinámicos del aprendizaje, e involucran el contenido y los aspectos pedagógicos. Los servicios tecnológicos pueden incluir infraestructuras, plataformas y software para la gestión, ejecución y seguimiento del aprendizaje.
- c) Las condiciones del ecosistema de aprendizaje (hábitat): Caracterizadas por constituir una de las partes más importantes de un ecosistema e-learning, que son afectados por factores externos e internos y por condiciones dinámicas y cambiantes, los cuales impactan potencialmente en el sistema, como cambios en la política de conocimiento, en la estrategia educativa o cambios en los planes de estudios. También

hay otros factores, como las influencias culturales, institucionales y sociales que deben ser considerados (Motz & Rodés, 2013).

Los componentes y dimensiones de un ecosistema e-learning son presentados en la tabla número 2.

Tabla 2. Componentes y dimensiones ecosistemas e-learning

Componentes	Dimensión
Actores del proceso de enseñanza - aprendizaje (bio-diversidad)	Comunidad virtual de aprendizaje (profesores, estudiantes, sociedad)
Los servicios tecnológicos y programas de e-learning (especies)	Herramientas tecnológicas
	Principios Pedagógicos
	Administración de contenidos
Las condiciones del ecosistema de aprendizaje (hábitat)	Características dominantes del e-learning
	Formación

Elaborada por el autor

Según (Frielick, 2004), al realizar una comparación entre un ecosistema e-learning con un ecosistema de biología, conceptualiza el flujo "enseñanza y aprendizaje" como el flujo "energía-materia", que permite transformar "la información en conocimiento", flujo que estaría soportado por las características de los servicios de la tecnología, la administración de contenidos, los principios pedagógicos y características del e-learning actual (García-Peñalvo *et al.*, 2015)(García *et al.*, 2015).

La tecnología se ha convertido en el motor de la innovación educativa, pero el uso de la tecnología no es un fin en sí mismo, debe sustentarse en fundamentos pedagógicos, la tendencia es cambiar a una formación centrada en el estudiante, así, debemos hablar de enseñanza más aprendizaje, ya que no existe enseñanza si no hay alguien que aprenda. Hay que apostar por un aprendizaje más activo por parte de nuestros estudiantes y por la utilización de entornos de colaboración. Y en el momento en que situamos al estudiante y al aprendizaje en el centro del proceso nos damos cuenta que el profesor no es la única fuente de conocimiento, también se aprende de los compañeros, de los materiales que otros profesores han puesto en la red, de la cantidad de conocimiento que se puede encontrar en los blogs, en los foros, en las redes sociales, en los recursos virtuales y, en general, en toda internet (Peña, 2010).

Las tecnologías de la información ponen a nuestro alcance herramientas para crear espacios de aprendizaje y amplían la capacidad de interacción. En un artículo (Staley, 2009) se plantea una pregunta: ¿Cómo la economía del conocimiento (wikinomics) afectará la relación tradicional entre profesores y estudiantes? Con el principio de la economía de conocimiento un aprendizaje activo es primordial, así, los estudiantes deben aprender a ser árbitros de su propia educación, seleccionando y filtrando la creciente, compleja y contradictoria información digital de los medios sociales. El pensamiento crítico y habilidades discriminatorias son una parte esencial del conjunto de herramientas de aprendizaje. Los principios del aprendizaje activo y la pedagogía constructivista apoyan la idea de que el aprendizaje ocurre cuando los estudiantes se dedican a la producción del conocimiento.

En este sentido, el aula constructivista se refleja en una plataforma Web 2.0, donde se invita a todos a participar en la creación de contenidos, y el trabajo de pares es fundamental para el valor intrínseco de una plataforma.

Según (Staley, 2009), el aula constructivista es transformacional, ya que los maestros "deben ceder algo de control de la dirección del aprendizaje a los alumnos" para permitir que emerja el aprendizaje colaborativo, y no siga siendo la clase típica de lectura y de conferencia.

Otras filosofías educativas son útiles en el desarrollo de un marco pedagógico para plataformas de aprendizaje web 2.0 (Kirkwood, 2010). Entre estas tenemos Heutagogía, que pone especial énfasis en aprender a aprender, el aprendizaje de doble bucle, las oportunidades de aprendizaje universales, un proceso no lineal, y la verdadera autodirección del estudiante; y conectivismo, expuesto por Siemens en 2004, es una teoría del aprendizaje para la era digital que explica el efecto que la tecnología ha tenido sobre la manera en que actualmente vivimos, nos comunicamos y aprendemos.

Avances significativos en los servicios de nube permiten conectar dispositivos en cualquier lugar y momento, y representan una de las fuerzas impulsoras detrás de la computación moderna. Esta fusión de la inteligencia y la conectividad en una amplia gama de dispositivos complementa el crecimiento de los servicios a escala de internet para crear un nuevo paradigma basado en computación de la nube, lo cual permite a instituciones educativas, que a menudo carecen de recursos, sacar el máximo provecho de la tecnología de información, así, se amplía la calidad y la accesibilidad de la educación, sobre todo a lugares remotos y a comunidades rurales (Luna Encalada & Castillo Sequera, 2016).

La nube puede ayudar a superar las limitaciones actuales del aprendizaje móvil en relación al limitado procesamiento y capacidad de almacenamiento de los dispositivos, principalmente a través de la dotación de suficientes recursos informáticos y de escalabilidad (G Moltó & Caballer, 2013). De esta manera, las aplicaciones pueden ejecutarse en dispositivos móviles, mientras que las tareas de computación más pesadas, como máquinas virtuales, se ejecutan en la nube (Gajar, Ghosh, & Rai, 2013).

Los estudiantes también pueden utilizar sus teléfonos móviles para acceder, compartir y sincronizar contenidos de aprendizaje almacenados en la nube con la adecuada calidad de servicio (QoS) en cualquier momento y en cualquier lugar (Norris & Soloway, 2011). En este escenario, donde la educación se enfrenta a un cambio de paradigma en la propiedad y el uso de equipos informáticos, el laboratorio de computación de la institución ya no es el principal lugar para realizar las prácticas, pues los estudiantes cada vez más utilizan sus propios ordenadores en tareas escolares. Este escenario crea un desafío, ahora se tiene que soportar una amplia gama de hardware heterogéneo sin un estricto control sobre su uso. En informática, el problema se agrava por el predominio de las aplicaciones y sistemas operativos diferentes, lo que plantea un reto significativo.

2.2. Antecedentes de investigación

Las tecnologías educativas se han convertido en parte integral de la enseñanza y el aprendizaje en la educación, incluso han influido en el diseño de los espacios físicos para el aprendizaje o han impulsado la educación informal ubicua. La tecnología apropiada para educación en línea tiene que ver con la selección correcta de herramientas de acuerdo a los contenidos y al método de enseñanza.

Existen varias herramientas tecnológicas utilizadas como soporte a la educación, pero cada una de ellas se identifican o se clasifican en tres grandes grupos que constituyen verdaderas plataformas, como los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS), las redes sociales y los cursos masivos abiertos en línea (MOOC), estas a su vez han sido impulsadas y apoyadas por servicios de computación en la nube y otras tecnologías emergentes, como realidad aumentada, realidad virtual, virtualización entre otras. Estas tecnologías educativas se han convertido en parte integral de la enseñanza y el aprendizaje.

Los sistemas de gestión de aprendizaje o LMS como Sakai, Moodle, Edmodo o Blackboard tienen integradas muchas herramientas y funcionalidades de Web 2.0, como blogs, wikis, y otras; sin embargo, frecuentemente son utilizados solo para tareas de administración de la clase y control de acceso, razón por la cual se pone en duda el verdadero sentido de estas plataformas (Kirkwood, 2010).

El uso de redes sociales en contextos educativos y de instrucción puede considerarse como una opción potencialmente poderosa, simplemente porque los estudiantes dedican buen tiempo en actividades de redes en línea y por su facilidad de uso y rápida actualización de contenidos, así como por el intercambio masivo de información. Por tanto, el apoyo a las prácticas de aprendizaje por medio de la interacción y la comunicación son razones por la que redes sociales como Facebook, WhatsApp, YouTube, Twitter y otras sean adoptadas y rápidamente aceptadas en educación, a

pesar de que surgieron originalmente para compartir fotos, información personal, videos, perfiles y contenidos (Yu & Kak, 2012).

Según un estudio (Lenhart & Madden, 2007), ya en 2007 el 55 % de los adolescentes utilizaban las redes sociales, siendo entornos que desempeñan un papel importante en el aula y en la continuación de la educación fuera del aula; hoy en día esa tasa ha llegado hasta un 95%, en ciertos países, por lo tanto, el uso de redes sociales en contexto académico es atractivo. Muchos docentes lo utilizan en sus clases para transmitir y compartir recursos, sin embargo, los recursos que comparten las redes sociales son limitados para satisfacer todas las áreas de la educación, ya que se centran casi siempre en archivos con datos, imágenes o videos, lo cual genera la necesidad de compartir otros recursos como almacenamiento, procesamiento y otro tipo de recursos para crear escenarios que sirvan de base para la práctica de la educación.

La adopción y propósito del uso de las redes sociales es de importancia para determinar su empleo en el contexto educativo, tal como demuestra un estudio sobre Facebook (Mazman & Usluel, 2010).

La tecnología que permite la escalabilidad, accesibilidad y ubicuidad en el aprendizaje es la computación en la nube. Pero para satisfacer todos los retos es necesarios incorporar en las plataformas educativas, tecnologías como las redes sociales, LMS o MOOC, que apoyados de servicios de computación en la nube generen lo que se denomina la “nube social” y esté al servicio de la educación.

En el contexto de la educación, la computación en la nube puede ser definida como un modelo que provee acceso bajo demanda de recursos computacionales, como almacenamiento, procesamiento y aplicaciones para facilitar la publicación y administración de cursos en línea escalables (Noor, Mustafa, Chowdhury, Hossain, & Jaigirdar, 2010). Esta idea central de proporcionar una plataforma de conocimiento a cualquier persona, en cualquier momento y en cualquier lugar, hace una tecnología de

aprendizaje poderosa, lo cual genera la necesidad de un análisis temático de los estudios relacionados y así obtener una mejor comprensión sobre estos temas.

Existen investigaciones que indican que los estudiantes de hoy están inmersos tecnológicamente y ven a la tecnología como una herramienta esencial para el aprendizaje, así, utilizan una variedad de estrategias y recursos digitales para comunicarse y colaborar con sus compañeros.

2.2.1 Redes Sociales en la educación

El rápido desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación ha traído cambios en diversas aplicaciones y procesos pedagógicos y tecnológicos. Las redes sociales están siendo rápidamente adoptadas por millones de usuarios y la mayoría de ellos son estudiantes con un gran número de propósitos en mente (Lenhart & Madden, 2007).

Estudios demuestran que las herramientas de redes sociales apoyan las actividades de educación con interacción, colaboración, participación activa, y compartición de información y recursos con pensamiento crítico. Por lo tanto, el uso de redes sociales en contextos educativos y de instrucción puede considerarse como una idea potencialmente poderosa simplemente porque los estudiantes dedican buen tiempo en estas actividades de redes en línea (Cao, Ajjan, & Hong, 2013) (Ajjan & Hartshorne, 2008).

Mientras que los sistemas de gestión de aprendizaje LMS permite que cada estudiante acceda a su curso en el que esta inscritos, muchos de estos LMS carecen de herramientas de conectividad y espacios sociales que pueden ser utilizados por los estudiantes. En contraste, los estudiantes de hoy exigen más autonomía, conectividad, interacción y aprendizajes socio-experiencial (Mcloughlin & Lee, 2007).

Dado que los estudiantes se quejan de la falta de oportunidades para la comunicación auténtica, debido a contenidos de cursos no personalizados, donde se emplea métodos

alternativos de entrega, que proporciona contextos de aprendizaje informal, mediante la integración con redes sociales se puede lograr un aprendizaje sólido (Bartlett-Bragg, 2006).

Las investigaciones sobre redes sociales en la educación se han centrado solo en la identidad, estructuras de red, privacidad y cuestiones tecnológicas (Lockyer & Patterson, 2008).

La difusión rápida, la adopción y la aceptación por parte de los usuarios son de fundamental importancia para determinar el uso de las redes sociales en el contexto educativo.

El análisis de los estudios sobre redes sociales muestra que estos se centran en la comunicación y la colaboración, otros se centran en las características estructurales de estas herramientas como los perfiles, subida fotos, comentarios, muros y listas de amigos. Bartlett y Bragg definen las redes sociales como una "gama de aplicaciones que aumenta las interacciones de grupo y espacios compartidos para la colaboración, las relaciones sociales e intercambios de información en un entorno basado en la Web" (Bartlett-Bragg, 2006).

Del mismo modo (Kabilan, Ahmad, & Abidin, 2010), definen las redes sociales como los servicios basados en la Web que permite a los individuos: 1) construir un perfil público o semi-público dentro de un sistema delimitado, 2) articular una lista de otros usuarios con los que comparten una conexión, y 3) ver y recorrer su lista de las conexiones y las hechas por otros dentro del sistema.

La facilidad de uso, la rápida actualización, el intercambio de información en continuo aumento, las relaciones espontáneas, el apoyo a las prácticas informales de aprendizaje por medio de la interacción y la comunicación son razones por la que redes sociales como Facebook, MySpace, Friendster, YouTube y Flickr son adoptadas y rápidamente aceptadas en educación, a pesar de que habían surgido originalmente

para compartir fotos, información personal, videos, perfiles y contenidos (Cao *et al.*, 2013).

Hay cientos de redes sociales con diversas aplicaciones tecnológicas que sirve a una amplia gama de intereses. Las redes sociales son entornos altamente informales que desempeñan un papel importante en la continuación de la educación fuera del aula, siguiendo y comentando cuestiones académicas. Por lo tanto, el uso de redes sociales en contexto académico es atractivo para los estudiantes (Lockyer & Patterson, 2008).

Se sabe que las redes sociales comenzaron con Six.Degrees.com en 1997 seguidos por otros sitios de redes sociales como Livejournal, Friendster, LinkedIn, MySpace, Last.fm, Flickr, YouTube y, finalmente, Facebook, de este modo, se atrajo un gran número de usuarios registrados en poco tiempo. Facebook se define como "una red social que ayuda a la gente a compartir información y comunicarse de manera más eficiente con sus amigos, familiares y compañeros de trabajo". A pesar de que Facebook fue lanzado en 2004 en Harvard, se expandió a otros estudiantes de secundaria, luego a profesionales y, finalmente, a todo el mundo (Kabilan *et al.*, 2010).

Facebook ha merecido el interés de investigadores en diferentes temas, tales como patrones de comportamiento, las identidades en línea, las capacidades tecnológicas de las conexiones sociales y patrones culturales, etc. Facebook está siendo considerado como una herramienta educativa, debido a la retroalimentación entre compañeros, el contexto social y herramientas de interacción. La mayoría de los usuarios de Facebook son estudiantes universitarios entre 18 y 25 años de edad.

Las variables que influyen la adopción de Facebook son establecidas y las razones del uso de Facebook son interrogados a fin de explicar el uso educativo mediante la construcción de un modelo como producto final.

Sacide Güzin Mazman, Yasemin Koçak Usluel, en 2010, eligieron a Facebook como una de las redes sociales más populares y de uso común para determinar los factores que influyen en el proceso de adopción de los usuarios en un contexto educativo.

Mediante un modelo de ecuaciones estructurales se examina las relaciones entre los factores que afectan el proceso de adopción en relación con los propósitos existentes del usuario. En este estudio se diseña un modelo estructural que explica cómo los usuarios podrían utilizar Facebook para fines educativos. Con el fin dar luces sobre el uso educativo de Facebook, en la construcción del modelo, la relación entre el proceso de adopción de los usuarios de Facebook y su uso educativo de Facebook se incluyeron indirectamente, mientras que la relación entre los propósitos de los usuarios en el uso de Facebook y la el uso educativo de Facebook se incluyó directamente. En este estudio, los datos se obtuvieron de los usuarios de Facebook mediante una encuesta en línea desarrollado por los investigadores. El grupo de estudio se compone de 606 usuarios cuyas respuestas fueron analizadas mediante un modelo de ecuaciones estructurales. El análisis de las 11 variables observadas y 3 variables latentes proporcionó un modelo que mostró un 50% de uso educativo de Facebook. También se encontró que los procesos de adopción de Facebook son de un 86% (Mazman & Usluel, 2010).

Hay diferentes constructores, teorías y modelos elaborados para explicar la aceptación, la adopción, la difusión y el uso de innovaciones tecnológicas. Aunque algunos de ellos han sido investigados a nivel individual con un enfoque en los procesos de decisión interna de los individuos, otros se han centrado en las características de la innovación, por lo que sugiere que estas características son importantes para los individuos. Ambos factores, individuales y tecnológicos, se debe tener en cuenta al estudiar los procesos de adopción de las redes sociales, es decir, en dos dimensiones.

La Web ha sido objeto de una transformación, no solo en la difusión y la vinculación de la información, sino en el empoderamiento de las personas. Las tecnologías Web 2.0 representan un fenómeno histórico y se denomina como “wikinomics”, una nueva forma de economía social basada en un marco verdaderamente participativo y no solo es una moda pasajera, así lo sostiene (Kirkwood, 2010). Está representado por medios sociales como Facebook, YouTube, Wikipedia, Twitter, etc.

2.2.2 Los sistemas de gestión de aprendizaje o LMS

Los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) como Sakai, Moodle, o Blackboard tienen integrado muchas herramientas y funcionalidades de Web 2.0 como blogs, wikis, formatos específicos para compartir contenidos y otras, sin embargo, los LMS son más usados para tareas de administración de clases y control de acceso sin orientación pedagógica, lo que no permite sacar provecho de sus potencialidades, razón por la que algunos educadores se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el verdadero sentido de una plataforma LMS?
- ¿Debería estar fundamentalmente al servicio de los alumnos?

En la Universidad de Virginia, se ha creado una plataforma de red social para propósitos académicos (SNAP), basada en los principios del arte y la ciencia de colaboración masiva conocido como wikinomía, donde se incorpora herramientas de web 2.0, con el fin de dar soporte a las habilidades de los estudiantes, mediante la comunicación y colaboración con los docentes. Kirkwood en 2010, realiza un diagnóstico de esta plataforma mediante un análisis de los fundamentos pedagógicos basado en las habilidades personales y sociales, también describe los componentes de la plataforma y extienden su funcionalidad mediante el uso de redes sociales. Para el desarrollo de la plataforma, se utilizó pedagogías constructivistas, colectivistas y participativas con el involucramiento activo de la población estudiantil.

El comportamiento de las redes sociales y las estrategias de aprendizajes por pares, con la administración del conocimiento a través de un método de clasificación colaborativa (Folksonomía) provee la estructura de un sistema social para el soporte del aprendizaje. Los resultados encontrados establecieron que el desarrollo de una plataforma basada en la nube y medios sociales puede extender la capacidad de respuesta de la institución hacia sus estudiantes con innovaciones futuras del aprendizaje.

En un esfuerzo para no sobredimensionar el aspecto de gestión de los LMS, algunos educadores prefieren el uso del término Entornos Personales de Aprendizaje (PLE), un reflejo de un enfoque más centrado en el aprendizaje que en la gestión.

Los enfoques de aprendizaje asistido por pares han estado recibiendo cada vez más atención en Instituciones de Australia y Nueva Zelanda. Por ejemplo, los enfoques de aprendizaje entre pares han sido bien establecidos con el Centro Nacional de PALS (Soporte del Aprendizaje Asistido por Pares) de la Universidad de Wollongong, (Huijser, Kimmins, & Evans, 2008), (Ladyshevsky & Gardner, 2008), (van der Meer & Scott, 2008).

2.2.3 Cursos masivos abiertos en línea

Con la globalización de la educación y presupuestos limitados, los MOOC están provocando cambios en la educación y aprendizaje en línea, lo cual genera un nuevo modelo de educación abierta y masiva (Yuan & Powell, 2013). Los artículos sobre MOOCs presentan criterios diversos y opiniones extremas, desde los que piensan que son una amenaza para la universidad hasta los que asumen que son una moda pasajera (Cusumano, 2014) (Daradoumis, Bassi, Xhafa, & Caballé, 2013).

Muchas investigaciones sobre MOOC evidencian la alta deserción que tienen los MOOC, atribuida a factores como falta de motivación, la no convalidación con créditos educativos de las universidades, falta de calidad, y enseñanza teórica sin práctica (Hew & Cheung, 2014) (Conole & Unido, 2013). Desde el punto de vista de los creadores, se citan obstáculos para su publicación, como la alta inversión de tiempo y recursos sin un modelo de negocio claro. También se cita el monopolio de las plataformas por parte de algunas universidades de élite (Kolowich, 2014).

En un estudio reciente (Margaryan, Bianco, & Littlejohn, 2015), se presenta un análisis de la calidad del diseño instruccional de 76 cursos masivos abiertos en línea (MOOC) seleccionados al azar, mediante una encuesta se evaluaron y compararon, así, se encontró que la mayoría de los MOOC tienen baja calidad, sin embargo, la mayoría de

MOOC alcanzan evaluaciones importantes en la organización y presentación del material del curso. Por otro lado, en varios estudios se demuestra el aporte significativo que han dado los MOOC a la educación, con excelentes resultados, como es el caso de un estudio sobre emprendimiento basado en MOOC, donde se resalta la alta tasa de retención y colaboración obtenida (Al-Atabi & Deboer, 2014). En la actualidad, muchos cursos MOOC se diseñan como si fueran una colección de videos a los que se añade un foro, lo que implica seguir un modelo de enseñanza a distancia tradicional sin promover un aprendizaje adaptado o personalizado. Aspectos como estos, junto con la calidad del proceso formativo, constituyen uno de los principales retos de los MOOC, especialmente en países en vías de desarrollo, que permitan conseguir que los MOOC adopten diferentes estrategias de enseñanza que promuevan un aprendizaje más personalizado, que conlleve también algún tipo de certificación y acreditación. Por tanto, el futuro de los MOOC debe afrontar cinco dimensiones prioritarias: el modelo pedagógico, el modelo de negocio, la certificación, el aprendizaje adaptado y los MOOC en países en vías de desarrollo (Daniel, Vázquez, & Gisbert, 2015).

La realización de exámenes y la certificación de los cursos MOOC, todavía permanece en porcentajes bajos, aunque están surgiendo diferentes propuestas que comienzan a explotar empresas especializadas, como ProctorU y Pearson VUE (Daniel *et al.*, 2015).

Coursera ha propuesto ocho modelos económicos diferentes: certificación, exámenes supervisados, ofertas de trabajo, perfil de los estudiantes (empresas o universidades pagan por tener acceso a perfiles de los estudiantes), tutorías pagadas, venta de alojamiento en la plataforma MOOC, sponsors y pago por matrícula. La certificación, junto con el modelo de negocio, son aspectos controvertidos en los MOOC. La acreditación tiene dos elementos claves. El primero es el pago de tasas, que indicaría que el modelo de negocio está evolucionando del “todo gratuito” al “pago por servicios” (Yuan, Powell, & Olivier, 2014), y el segundo (menos tratado hasta el momento) es el principio desde el cual el aprendizaje es evaluado, autenticado y valorado por los empleadores (Haggard, 2013). Se ha especulado sobre si las

instituciones de educación superior perderán el monopolio de la concesión de grados o créditos, por el hecho de que otras instituciones formativas están otorgando insignias y certificados que empiezan a ser considerados en el mundo laboral. Hollands y Tirthali, en un reporte de la Universidad de Columbia (Hollands & Tirthali, 2014a), exponen la preocupación de muchos investigadores que consideran que los cursos MOOC no pueden reemplazar al profesor, porque lo que caracteriza el aprendizaje es la interacción y, por lo tanto, estos cursos no son pertinentes en contextos de experimentación en laboratorio, planteándose la siguiente pregunta: ¿Con un MOOC, los estudiantes pueden desarrollar destrezas útiles y aprendizajes que pueden ser aplicados en contextos productivos o en el mundo real? En un blog⁸, Alan Cann expresa que los MOOC más aportan que quitan al modelo de educación formal.

Motivaciones y retos de los MOOC.

A lo largo de la historia, los educadores e investigadores siempre han estado intrigados con el potencial de la tecnología para ayudar a transformar la educación y mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Hew & Brush, 2007). Con el avance de internet, la educación tuvo su impulso para ofrecer cursos en línea, más conocidos como e-learning. En los últimos años, la educación en línea o e-learning han sido objeto de un gran número de iniciativas, especialmente en lo respecta al entorno de aprendizaje (Kikkas, Laanpere, & Põldoja, 2011). Una iniciativa específica que está aumentando rápidamente en popularidad entre los investigadores, instructores y alumnos son los cursos masivos abiertos en línea (MOOC). La iniciativa MOOC puede situarse en el marco más amplio como recursos educacionales típicamente definidos como “material digital que se ofrecen libre y abiertamente para educadores, estudiantes y autodidactas para usar y reusar en la enseñanza, aprendizaje e investigación”.

⁸ <http://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2013/01/16/after-the-gold-rush/>

El término MOOC fue usado originalmente por George Siemens y Stephen Downes en 2008, y desde entonces ha ganado popularidad en los EE.UU, especialmente cuando Sebastian Thrun, un profesor de Stanford, ofrece un curso de inteligencia artificial de forma gratuita (Kay, Reimann, Diebold, & Kummerfeld, 2013). Básicamente, cualquier persona con una conexión a Internet puede unirse a un MOOC, para acceder a los recursos disponibles, interactuar con otros estudiantes, reflexionar y compartir lo que han aprendido con los demás (Kop & Fournier, 2011) (Hollands & Tirthali, 2014b).

La cantidad de inscripciones en MOOC tienden a ser altas, por lo general más de 500 participantes (deWaard *et al.*, 2011). Los MOOC generalmente los ofrecen las universidades en asociación con proveedores como Coursera y Udacity. En la actualidad, uno de los proveedores de MOOC de más crecimiento es Coursera, que tiene más de 30 universidades socias, incluyendo Princeton, Brown, Columbia, Duke, Stanford y la Universidad Johns Hopkins, así, ha registrado 2,8 millón de estudiantes y cada mes de inscriben 1,4 millones de estudiantes (Cusumano, 2014).

Los cursos masivos abiertos en línea (MOOC) se encuentran entre las iniciativas de e-learning que han alcanzado popularidad entre muchas universidades. En un estudio realizado por (Subbian, 2013), se establece las principales motivaciones y retos de la utilización MOOC. La investigación sugieren cuatro razones por las cuales los estudiantes se inscriben en los MOOC: el deseo de aprender un nuevo tema o ampliar sus conocimientos, curiosidad por los MOOCs, retos personales, y el deseo de obtener el mayor número de certificaciones. Se establece un promedio del 90% de deserción debido a razones que incluyen la falta de incentivos, falta de comprensión del material de contenido, falta de soporte y ayudas, y por otras cuestiones personales. Los resultados sugieren tres razones principales por las que los instructores desean enseñar con los MOOC: motivación por la tecnología, mayores ingresos, o un sentido de altruismo.

Las percepciones sobre la utilidad y efectividad de un MOOC son diversas. Algunos artículos informaron experiencias positivas, por ejemplo, un estudiante que participó en un MOOC de "Circuitos y Electrónica" comentó que tomar el MOOC era como tomar una clase real con experimentos de laboratorio simulado, tareas, y evaluación intermedia y final (Agarwal, 2012). En otros artículos reportan la satisfacción de los estudiantes por su alto grado de participación en los foros de discusión en línea y chat, actividades que ayudan al aprendizaje (Frank, 2012).

Por otro lado, también hay artículos que informan la insatisfacción y malas experiencias de los estudiantes con los MOOC (Kirschner, 2012), así, manifiestan que la calidad y el formato de las discusiones en línea son decepcionantes, la mayoría de los participantes son anónimos, y se evidencia demasiados anuncios publicitarios. También indican que la mayoría de participantes, entre un 85% a 97%, son solo observadores, no participan en las discusiones (Breslow et al., 2013), y que solo pocos aportan con sus criterios en línea (Kop & Hill, 2008). En otros artículos se informa que los estudiantes expresan sus quejas sobre experiencias negativas con respecto a problemas técnicos y la mala calidad de los recursos, así como de videos (Behind, 2015). Los estudiantes también critican la falta de instrucciones claras relativas a las evaluaciones y expectativas del curso (Young, 2012). Además, manifiestan que la evaluación por pares no es completamente objetiva (Kirschner, 2012) (Krause, 2013).

Con el fin de motivar a los estudiantes para terminar un curso, muchos proveedores MOOC dan algún tipo de incentivos, como certificados de finalización, cerca de dos tercios de 1.834 encuestados indicaron que estarían más propensos a completar el curso, si el MOOC les ofreciera certificados de finalización (Instructure, Devin Knighton, 2013).

Andrew Ng, uno de los fundadores de Coursera, admitió que a los certificados MOOCs no se les da la misma importancia y valía que a los ofrecidos por una Universidad (Parr, 2013), y sugiere que las universidades empiecen a ofrecer créditos de cursos oficiales a los estudiantes que han completado los MOOC, lo cual sería un gran

incentivo. El Consejo Americano de Educación aprobó cinco MOOC de Coursera para crédito, lo que significa que los estudiantes que aprueban un MOOC podían redimir su aprendizaje para el crédito hacia un grado oficial. Algunos estudiantes reportaron que la participación en un MOOC con crédito había logrado mayor compromiso, por lo que lograron terminar el curso y mejorar su comprensión (Chamberlin & Parish, 2011).

En el estudio de (Subbian, 2013) se exponen cuatro desafíos claves de la enseñanza con MOOC: dificultad en la evaluación del trabajo de los estudiantes, retroalimentación inmediata, grandes exigencias de tiempo y dinero en producción, falta de participación de los estudiantes en los foros en línea. También se discute dos cuestiones que aún no se han resuelto por completo la calidad de la educación MOOC, y la evaluación del trabajo del estudiante.

Las demandas de tiempo y dedicación podrían también plantear problemas, especialmente a los instructores que están sin trabajo fijo o que no tienen ninguna subvención para apoyar su enseñanza en un MOOC. Por ejemplo, Karen Head informó que su equipo pasó cerca de 20 horas para planificar y desarrollar el contenido de las tres conferencias que se ofrecen en una sola semana, sin incluir las otras ocho horas que pasaba en las conferencias, cuatro horas para grabar los videos, y de cinco a diez días para editar los vídeos y obtener la aprobación de Coursera (Head, 2013). Otros instructores, como Robert Sedgewick, pasaron cientos de horas preparando el material, y se dedicaron 14 días para la grabación y de ajuste en videoconferencias (Kolowich, 2014). Roger Barr, junto al personal de la Universidad de Duke, reportó haber invertido más de 620 horas de esfuerzo de preparación, 420 horas para liberar el curso, y por lo menos 200 horas de enseñanza, apoyo educativo, asistencia técnica, y el tiempo del personal de evaluación para ejecutar ocho semanas de curso MOOC (Plonsey & Barr, 2007).

Toda esta inversión de tiempo y energía en la preparación y despliegue de un MOOC podría desobligar a instructores y obligar hacer otras tareas académicas o científicas relacionadas con la enseñanza tradicional (Head, 2013).

Por lo tanto, no es sorprendente que una encuesta realizada a 103 profesores que han enseñado un MOOC, revele que dos tercios de los profesores eran titulares con más de una década de experiencia en la enseñanza universitaria. La mayoría de los encuestados también informaron que la enseñanza de un MOOC les aparta de sus tareas y responsabilidades habituales, por lo que se debería planificar para integrar el trabajo de instructores en MOOC en el trabajo normal o carga docente (Kolowich, 2014).

Otro de los aspectos que también se debe analizar en un MOOCs es la calidad. Para establecer la calidad se debe responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuán eficaces son los MOOC en ayudar a los estudiantes a aprender?
- ¿Cuál es la forma de medir la calidad o el éxito de un MOOC?

Algunos investigadores cuantifican el éxito de un MOOC o la calidad basados con la medición de los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Tal vez uno de los primeros estudios que empíricamente realiza un análisis para investigar a las calificaciones como factor con su éxito en un MOOC es (Breslow *et al.*, 2013). Otros investigadores asocian la calidad del aprendizaje en un MOOC con el apoyo que se pueda dar al estudiante. Por la gran cantidad de estudiantes por profesor en un MOOC, no se ha resuelto la siguiente pregunta: ¿Es conforme la cantidad de atención individual que puede dar un asistente de enseñanza para cada estudiante que los guíe en sus ideas? Además de la falta de apoyo entre estudiante-instructor, también hay una falta de apoyo entre estudiante-estudiante (pares).

Por lo tanto, la calidad es una faceta fundamental que debe ser considerado en relación con el diseño y entrega de MOOC, por lo tanto, es necesario desarrollar mejores

indicadores para comprender la forma en la que los alumnos interactúan con los MOOCs y, también, su experiencia.

Cuestiones relacionadas con la evaluación del trabajo de los estudiantes forman parte de un conjunto de desafíos que se tienen que resolver en los MOOC. Tres cuestiones principales se discuten aquí: en primer lugar, ¿cuál es el valor o beneficio de usar software automatizado de calificación de ensayos en los MOOCs? (Markoff, 2013); en segundo lugar, ¿qué tan confiable es la evaluación por pares en los MOOC? (Lewin, 2012); y en tercer lugar, ¿cómo eliminamos las trampas y las prácticas fraudulentas? (Young, 2012).

El engaño y el fraude no son problemas nuevos en la educación en línea. Actualmente, hay dos maneras posibles de eliminar las prácticas fraudulentas. Estos dos métodos, sin embargo, no son gratuitos, los estudiantes deben pagar una cuota. El primer método es inscribirse en una opción de seguimiento de firma, por ejemplo, está disponible en algunos cursos en Coursera, con lo cual se obtiene un certificado emitido por Coursera y la universidad participante. El segundo método, que es probablemente la manera más segura, es tener la evaluación supervisada, donde los estudiantes que han completado un curso MOOC podrían ir a un lugar de la prueba específica para hacer los exámenes individuales bajo la supervisión del instructor o de un ayudante de cátedra.

En definitiva, los MOOC han capturado la atención de muchos institutos y universidades de educación superior en todo el mundo. Cabe recordar que los defensores argumentan que los MOOC pueden ayudar a que la educación sea más accesible a mayor cantidad de gente posible, aumentan el alcance de una institución, y permiten a los profesores experimentar con pedagogías de enseñanza de cursos en línea para un gran número de estudiantes diversos. Los opositores, sin embargo, denuncian a los MOOC como un modelo educativo potencialmente dañino y perjudicial que ofrecen una educación incipiente, y aumentan el riesgo de nuevos recortes en el presupuesto de instituciones estatales.

En ninguno de estos estudios se menciona sobre la ausencia de práctica en la enseñanza con MOOC en algunas áreas, como en Ciencias de la Computación y TI. Además, se basa en artículos que describen las experiencias de los estudiantes que se inscribieron en un MOOC en particular o de los instructores que imparten el curso. Ningún artículo informó sobre el uso del diseño experimental o cuasi-experimental de investigación.

Rol de los MOOC en la STEM

El concepto de cursos masivos abiertos en línea puede influir en aspectos de la educación de las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, conocido en sus siglas en inglés como STEM (science, technology, engineering, mathematics):

1. Aprendizaje complementario.- Las plataformas educativas masivas abiertas en línea (MOOEP, Massive Open Online Education Platform) ofrecen cursos en casi todos los niveles desde cursos de preparatoria hasta un nivel de posgrado. La duración de los cursos varía de 4 a 14 semanas aproximadamente. La mayoría de los cursos son archivados después de su finalización o programados para ser publicados de nuevo.

2. Educación interdisciplinaria y la investigación.- Los estudiantes deben completar un curso previo para cada curso que desee inscribirse. Este detalle ofrece a los estudiantes una gran flexibilidad y la posibilidad de inscribirse en una amplia gama de cursos a través de varias disciplinas. Los estudiantes pueden explorar cursos avanzados en su campo de estudio y en otras cuando trabajan en alguna investigación multidisciplinaria, estos proyectos pueden beneficiarse en gran medida de MOOC. Por ejemplo, muchos proyectos de ingeniería biomédica requieren diferentes habilidades, como mecánicas, informáticas, electrónicas, clínicas, desarrollo de productos, diseño industrial, etc. Los estudiantes pueden adquirir habilidades y conocimientos necesarios que se necesitan para su la investigación mediante la inscripción para los cursos en línea abiertos apropiados.

3. Habilidades no técnicas.- Algunos empleos de la industria relacionadas con STEM, además de la competencia técnica, a menudo requieren algunas habilidades no técnicas

como la escritura, oratoria, emprendimiento, liderazgo y habilidades de gestión. Estas habilidades son importantes para los estudiantes de ingeniería que tienen la vocación de emprendimiento.

4. Técnicas de Enseñanza. - Los MOOEP están equipados con funciones de apoyo para diferentes estilos de aprendizaje. Las clases se dividen en varios videos pequeños que son de 10 a 25 minutos de duración. Esto permite el aprendizaje reflexivo que da a los estudiantes la oportunidad de comprender el contenido que se ha presentado. La mayoría de las videoconferencias han integrado pruebas para enfatizar los conceptos clave. Por lo general, los foros de discusión se utilizan para comunicarse con los instructores y otros participantes para poner en práctica las técnicas de aprendizaje activo. Es importante señalar que los cMOOC se basan en gran medida en técnicas de aprendizaje participativo y colaborativo.

5. Evaluación de Estudiantes. - Teniendo en cuenta que la inscripción en un MOOC puede ir hasta 10.000 estudiantes o incluso más, no es posible clasificar manualmente y evaluar el desempeño de cada estudiante. La clasificación de más concursos y asignaciones se pueden automatizar fácilmente a través de las MOOEP. Componentes de evaluación críticos, como el diseño de proyectos y los exámenes finales, se clasifican utilizando crowdsourcing (colaboración abierta distribuida) y técnicas de evaluación por pares. De cada estudiante el trabajo es evaluado por varios estudiantes con base en una rúbrica de clasificación predefinida y el promedio de múltiples puntuaciones se utiliza como una calificación para ese trabajo.

El Consejo Americano de Educación (ACE) ya tiene iniciado un proceso de revisión para evaluar cursos masivos abiertos en línea para una posible recomendación de entregar créditos universitarios. Todos los cursos que actualmente están siendo consideradas por ACE son cursos fundamentales relacionados con STEM. En el futuro, podría ser posible que los estudiantes utilizan estos créditos MOOC para obtener su título universitario real. De hecho, algunas universidades públicas ya han

previsto ofrecer gratis MOOC con créditos a través de un programa llamado MOOC2DEGREE⁹

Por otra parte, incluso si no se dan los créditos del curso, los estudiantes pueden utilizar MOOC para explorar diversos programas en los campos de STEM. Por encima de todo, un MOOC puede contribuir de manera significativa a la educación e ir hacia una educación continua y de aprendizaje permanente.

MOOC y Teorías de Aprendizaje.

Las teorías del aprendizaje proveen varios conceptos que son fundamentales para la absorción de la información, el procesamiento y retención. Las tres grandes teorías del aprendizaje que se utilizan a menudo en el diseño instruccional son el conductismo, el cognitvismo y el constructivismo.

Si bien estas teorías guían la forma como se produce el aprendizaje, la penetración del internet y la tecnología están transformando y reorganizando la forma cómo la gente aprende.

Los primeros MOOC se basaron en teoría del conectivismo, que hace hincapié en el aprendizaje a través redes sociales, el debate, la participación y la auto-motivación. Recientes versiones de MOOC son construidos con técnicas modernas de aprendizaje en línea, pero escalado a un gran número de estudiantes y con soporte de tecnología. Esto dio lugar a dos categorías de MOOC: 1) MOOC basados en el conectivismo, llamado cMOOC, y 2) MOOC que son extensiones de los cursos en línea convencionales, llamados xMOOC. La mayoría de artículos se centra específicamente

⁹ <http://mooc2degree.com/>

en xMOOC. A menos que se especifique lo contrario, el término "MOOC" se refiere a xMOOC.

Cursos Masivos Abiertos en Línea han recibido una gran atención dentro de la comunidad educativa, sin embargo, existen preguntas que todavía no han sido resueltas, como la experiencia con laboratorios que requieren acceso a equipos físicos y cómo pueden ser acomodados dentro de los MOOC. En (Lowe, 2014), se aborda la factibilidad de utilizar laboratorios remotos escalables o MOOL, considerando sobre todo el acceso masivo. Se tiene en cuenta los diferentes parámetros que afectan la capacidad de un laboratorio remoto, un número de escenarios posibles que utilizan diferentes aparatos de laboratorio, y la viabilidad de soporte. Mientras que un beneficio muy citado de laboratorios remotos es la mejora del acceso, y por lo tanto una mayor utilización, la consideración de que los laboratorios remotos puedan escalar a un gran número de usuarios es muy limitada. Sin embargo, quitar elementos interactivos y de práctica no se recomienda para la experiencia de aprendizaje. Con este fin se considera parámetros específicos que pueda afectar a la escala de los laboratorios remotos.

- El número de estudiantes
- Duración de la actividad de laboratorio
- Promedio sesiones de laboratorio por estudiante
- Período de uso
- La Utilización

2.2.4 Computación en la nube

La revisión de literatura que evalúe las ventajas y limitaciones reales de la nube en la enseñanza práctica de TI proporcionará una imagen coherente de los retos de investigación e identificará las oportunidades y beneficios específicos del uso de la

computación en la nube en este dominio, lo que permitirá centrar el esfuerzo en la solución de los principales problemas y desafíos.

La computación en la nube está creciendo rápidamente en casi todos los ámbitos, incluyendo la educación. Muchas instituciones educativas no tienen la capacidad de mantener los recursos o infraestructuras necesarias para ejecutar los sistemas de e-learning en sitio y están buscando soluciones basadas en la nube (Akande & Belle, 2016).

La computación en nube se ha convertido en una tecnología de rápido crecimiento y desarrollo en varios segmentos de la industria y tecnología de la información. La capacidad de las economías de escala, la distribución geográfica, el software de código abierto y sistemas automatizados con reducción de costos hace que la computación en la nube sea una opción atractiva para la educación.

Vivimos en un mundo donde la información está disponible en cualquier momento y en cualquier lugar, no solo tenemos un computador en el trabajo y otro en casa, sino también tenemos uno o más dispositivos como teléfonos inteligentes y tabletas que llevamos en todo momento (Munoz-Calle, Fernandez-Jimenez, Ariza, Sierra, & Vozmediano, 2016).

Computación en la nube es un paradigma de computación distribuida que permite el acceso a los recursos virtualizados incluyendo computadoras, redes, almacenamiento, plataformas de desarrollo o aplicaciones. La computación en la nube opera bajo tres modelos de servicio y cuatro modelos de implementación (Mell & Grance, 2011). Estos recursos pueden ser solicitados y configurados por el usuario con interacción con el proveedor de la nube. Además, los recursos se pueden escalar rápidamente hacia arriba y hacia abajo para satisfacer las necesidades del usuario, lo cual crea la ilusión de disponibilidad de recursos infinitos en cualquier momento. Se monitorea, controla y optimiza el uso de recursos en la nube con el fin de establecer el pago por uso de los mismos.

La computación en la nube proporciona recursos y servicios bajo demanda a través de una red (normalmente Internet). Estos servicios se dividen en tres tipos principales que son los siguientes: Infraestructura (por ejemplo, máquinas virtuales, servidores y dispositivos de almacenamiento), plataforma (por ejemplo, Course Builder, Moodle o Edmodo) y software o aplicaciones (por ejemplo, las aplicaciones de Google y Office 365).

Se ha investigado y estudiado muchos aspectos de la computación en la nube en el ámbito educativo (Alshwaier, 2012), la integración de los recursos de educación y el desarrollo del sistema educativo (Xu, Huang, & Tsai, 2012). La computación en la nube ofrece oportunidades para mejorar la calidad de la educación, así mismo, flexibilidad y accesibilidad a través de Internet, que permite a docentes y estudiantes tener experiencias dinámicas e interactivas de aprendizaje con colaboración y comunicación (Alabbadi, 2011). Además, los servicios basados en la nube pueden ofrecer a las instituciones educativas ahorro de costes y escalabilidad (Vecchiola, Pandey, & Buyya, 2009).

Los estudiantes pueden aprovechar diferentes herramientas de aprendizaje en la nube, algunos servicios como Google Docs, Office365 y Windows Azure para estudiantes de informática (Ercan, 2010). Los estudiantes pueden acceder a los recursos de aprendizaje que necesitan desde cualquier lugar y en cualquier momento con cualquier dispositivo con acceso a internet. Los profesores pueden experimentar beneficios por la flexibilidad de las plataformas de nube por la facilidad de preparar sus presentaciones, clases, conferencias, artículos, etc. Los investigadores también pueden beneficiarse de las ventajas del uso de las últimas tecnologías y hardware para hacer sus experimentos (Shakeabubakor, 2015), por la posibilidad del pago por el uso de estos servicios (Mircea & Andreescu, 2011).

Los desarrolladores pueden diseñar, construir y probar aplicaciones en plataformas del proveedor de servicios de nube. Los administradores del sistema pueden aprovechar

el procesamiento, el almacenamiento, la gestión de bases de datos y otros recursos disponibles en la nube.

La computación en la nube proporciona a estudiantes y profesores recursos bajo demanda de acuerdo a sus necesidades para el desarrollo de clases con laboratorios. Por ejemplo, los profesores pueden crear computadoras virtuales bajo demanda con software preinstalado para desplegar laboratorios rápidamente (Bandi, Nori, Choppella, & Kode, 2011).

Las instituciones educativas como colegios y universidades reconocen la necesidad de la adopción de las nuevas tecnologías como apoyo didáctico. Criterios para la selección de las nuevas tecnologías debe incluir factores como la adaptabilidad, el rendimiento, la flexibilidad y la eficacia de las plataformas y sobre todo hay que tener en cuenta cómo estas nuevas tecnologías se integran con los programas existentes, con modelos pedagógicos, estilo de aprendizaje y los horarios de los involucrados (Hsu, Ray, & Li-Hsieh, 2014).

A pesar de la flexibilidad, escalabilidad y demanda de recursos que la computación en la nube ofrece, hay una baja tasa de adopción en las instituciones de educación de acuerdo a Gartner, que reporta un uso actual de solo el 4%. Otro estudio pone de manifiesto que el 12% de los participantes no están familiarizados con los servicios de computación en la nube, mientras que el 88% piensa que los servicios de computación en la nube para educación deben ser explotados. Sin embargo, la migración a la nube no es una tarea fácil, las instituciones de educación se enfrentan a varios retos que dificultan la adopción de la computación en la nube.

La adopción de la computación en la nube en la educación superior tiene un gran número de contribuciones de investigación que abordan el tema desde diferentes perspectivas e intentan tomar ventaja de los beneficios en el ámbito educativo teniendo en cuenta las necesidades de las instituciones, de los profesores o del personal técnico (Arpaci, 2017) (Mokhtar, Ali, Al-Sharafi, & Aborujilah, 2014) (González-Martínez *et*

al., 2014) (Behrend, Wiebe, London, & Johnson, 2011) (Kihara & Gichoya, 2014) (Jardim, Lemos, & Herpich, 2014).

La demanda de recursos informáticos en educación aumenta, especialmente en los períodos de inscripción, exámenes, publicación de las calificaciones, cursos, eventos especiales, etc. (Caminero et al., 2011). La nube permite la adaptación de los recursos a las condiciones cambiantes con el fin de cumplir con la calidad de servicio esperado (QoS), sin la necesidad de más infraestructura de computación o sobreaprovisionamiento de la misma. Esto es relevante para muchos escenarios de aprendizaje, como los MOOC, en el que un número grande de estudiantes en línea requieren acceso bajo demanda de recursos (Fernández, Peralta, Herrera, & Benítez, 2012).

Riesgos de la computación en la nube para la educación

Aunque hay claras ventajas en el uso de la nube en la educación, algunos riesgos también se han identificado en la literatura revisada, como se discute a continuación y se debe tener en cuenta antes de la adopción y durante el uso de la computación en nube en entornos educativos.

Seguridad y privacidad

La protección de datos sensibles es clave en el ámbito educativo, y existe una preocupación especial sobre cómo la nube afronta este tema; en (Johnson, Adams, & Cummins, 2012) se encuentra algunas contribuciones. En (Pocatilu, Alecu, & Vetrici, 2010) se señala que la computación en la nube puede ser más segura que los sistemas distribuidos tradicionales, ya que los datos se almacenan en servidores virtuales que no se sabe en dónde están almacenados, así mismo, señala que los servicios pueden ser restablecidos más rápido y sin mayores costos o daños, y que la seguridad y vigilancia se centralizan y pueden ser tratados con más eficacia. Los proveedores de servicios de nube pueden ofrecer más medidas de seguridad y experiencia que las instituciones educativas (McDonald, D. and Breslin, C. and MacDonald, 2010).

Sin embargo, los datos sensibles almacenados en la nube (por ejemplo, calificaciones o cuentas de los estudiantes) pueden ser maliciosamente o accidentalmente filtrados o comercializados y, junto con el robo de identidad, puede conducir a la intimidación cibernética o abuso. Además, algunos estudios afirman que implementaciones de nube pueden no ampararse en leyes de protección de datos personales o en el cumplimiento de la legislación local. Además, los usuarios de la computación en nube en la educación pueden no ser conscientes de sus riesgos potenciales. Un estudio llevado a cabo entre las escuelas en Tallin (Estonia) (Lorenz Birgy, Kalde Kätlin, & Kikkas Kaido, 2012) dieron a conocer la falta de conciencia de los riesgos de seguridad entre profesionales de la educación, la mayoría de los problemas están relacionado con errores humanos (por ejemplo, la eliminación de archivos no deseados o no cerrar la sesión de su cuenta); para mitigar los riesgos de seguridad antes mencionados, la literatura propone medidas técnicas, legales y de capacitación.

Desde el punto de vista técnico, el uso de las nubes híbridas podría ser una solución, la información sensible podría ser almacenada en nubes privadas (calificaciones, datos de salud), y datos menos relevantes podrían ser alojados en las nubes públicas (por ejemplo, correo electrónico). En cualquier caso, las instituciones educativas deben analizar cómo los datos están protegidos en la transmisión y el almacenamiento para evitar ataques a la seguridad, tales como la detección de paquetes o análisis de tráfico. Las auditorías y certificaciones de seguridad se deben llevar a cabo para aumentar la confianza del usuario, incluso aunque los proveedores de nube tienen infraestructuras seguras, las instituciones deben considerar el uso especializado de seguridad servicios como el cifrado o inicio de sesión único (McDonald, D. and Breslin, C. and MacDonald, 2010). Se recomienda la contratación de más de un proveedor de la nube para alojar los servicios educativos y los datos, se debe evitar el punto único de fallo producido por los ataques de seguridad, sobre todo porque estos ataques se dirigen con mayor frecuencia a los proveedores de nubes públicas. Algunas arquitecturas de nube privada para instituciones educativas han sido diseñadas con estos retos de seguridad en mente, como, por ejemplo, “Snow Leopard”, una nube privada militar con fines

educativos. Otras arquitecturas de nubes privadas educativas, como VCL (Vouk *et al.*, 2009), cumplen con diferentes medidas de seguridad, como aislamiento de máquinas virtuales a nivel de infraestructura, autenticación y permisos de acceso, cifrado y registro de seguimiento para identificar y evitar el mal uso.

En el ámbito jurídico, se recomienda que las instituciones deben analizar sus contratos con los proveedores de nube para asegurarse que cumplan con la legislación local y las políticas de la institución. Algunos proveedores de la nube ahora garantizan el cumplimiento de la legislación (Sclater, 2010), pero, de lo contrario, acuerdos ad-hoc pueden ser usados para evitar este tipo de problemas.

Por último, un enfoque de capacitación debería apuntar a la educación de los alumnos, profesores y administradores.

Interoperabilidad

La falta de interoperabilidad entre los diferentes proveedores de la nube hace que sea muy difícil, técnica y económicamente, para las instituciones educativas, cambiar las máquinas virtuales, datos, o servicios de una nube a otra. Este problema, conocido como proveedores de tecnología cerrados, es una de las barreras a la adopción general de la computación en la nube (Armbrust *et al.*, 2010). Por ejemplo, ya que los proveedores de la nube utilizan diferentes formatos y metadatos para codificar y describir las propiedades de las máquinas virtuales, no es sencillo mover una máquina virtual desde un proveedor de IaaS a otra. Las aplicaciones desarrolladas a nivel de PaaS con cierta API de programación y entornos en tiempo de ejecución no pueden ser trasladadas a otros proveedores.

Por las variadas ofertas de los proveedores de tecnología de nube, las instituciones están a merced de condiciones cambiantes de precios y servicios. Una interrupción de

servicio puede conducir a pérdidas de datos. Como ejemplo, Lively¹⁰, una plataforma de mundos virtuales en línea, fue cerrada en 2008, en este caso los contenidos educativos podrían haberse perdido porque los datos no fueron fáciles de exportar. Una solución a esta amenaza sería firmar contratos con varios proveedores de la nube para diversificar los riesgos. Según (Aljena, Al-Anzi, & Alshayji, 2011), las nubes privadas podrían estar menos expuestas a este riesgo. Sin embargo, cambiar de una nube privada a otra también podría ser complicado porque las plataformas pueden no ser interoperables.

El enfoque técnico para evitar la dependencia a un solo proveedor para lograr la interoperabilidad de software en una o más capas de servicios en la nube (IaaS, PaaS o SaaS) se enfoca en (McDonald, D. and Breslin, C. and MacDonald, 2010), en este sentido, también están trabajando diferentes organizaciones e iniciativas como la Distributed Management Task Force (DMTF)¹¹ con el fin de garantizar la portabilidad de máquinas virtuales a través de múltiples plataformas de virtualización.

Rendimiento y fiabilidad

Algunos de los servicios basados en la nube utilizados en contextos educativos, especialmente los relacionados con la interactividad y la colaboración, pueden ser muy sensibles al rendimiento de la red y a la latencia.

Por lo tanto, las conexiones de banda ancha deben estar disponibles para que los estudiantes disfruten de una experiencia de aprendizaje adecuado, por ejemplo, en (Ivica, Riley, & Shubert, 2009), se señala que en las conexiones se requiere el alto rendimiento y la baja latencia para que los alumnos accedan a laboratorios virtuales en

¹⁰ <https://www.lifewire.com/google-im-virtual-world-1616880>

¹¹ <http://www.dmtf.org/>

la nube. Esto, a su vez, plantea nuevas amenazas sobre el uso de la computación en nube para la educación, dado que las redes de banda ancha, tales como fibra óptica no están disponibles en zonas desfavorecidas como las rurales. Sin el ancho de banda suficiente, se dificulta la adopción de la computación en la nube. Por otra parte, la contratación de banda ancha puede aumentar los gastos.

A más del rendimiento, otros problemas tienen que ser considerados, por ejemplo, los retrasos de implementación, la escalabilidad, degradación de QoS en ciertos escenarios educativos, que podría tomar varios minutos en poner en marcha una máquina virtual en la nube (Doelitzscher, Sulistio, Reich, Kuijs, & Wolf, 2011). Para resolver este inconveniente, las técnicas de previsión de carga han sido propuestas para escalar los recursos, basado en la nube, de manera eficiente en e-learning, teniendo en cuenta especificaciones de la educación, patrones de comportamiento (estaciones, períodos de inscripción, etc.).

Retos de la nube en educación

En esta sección se presenta los principales esfuerzos de investigaciones, sus limitaciones y posibles trabajos futuros relacionados con cada tema de investigación.

Una vez que las instituciones educativas han valorado los beneficios de la computación en la nube, están moviendo sus sistemas y servicios a la nube. Por lo tanto, uno de los principales retos es el despliegue de infraestructuras de nube con fines educativos que cumplan con las exigencias actuales de nube social.

Las propuestas de infraestructuras de nube para la educación donde se utiliza exclusivamente servicios de nube pública no son muy comunes, ya que los investigadores han desarrollado middleware y despliegues específicos, principalmente de nube privada para la educación. Otros estudios promueven la implantación de nubes híbridas debido probablemente a la necesidad de utilizar las infraestructuras de hardware ya existentes, mientras que los servicios de nube pública se limitan a situaciones en las que se sobrepasará la capacidad de nube privada para limitar los

costos, además, con las nubes privadas, la institución ejerce un control total sobre la infraestructura y puede adaptar su plataforma a sus necesidades específicas. Otra razón puede ser la percepción de seguridad por controlar sus propios recursos en una nube privada. Sin embargo, se ha observado que las instituciones educativas utilizan principalmente nubes privadas o híbridas a nivel de infraestructura (IaaS), pero las aplicaciones y el software a nivel de servicios (SaaS) están en nubes públicas; esto puede ser causado por el uso generalizado de software en la nube comercial por estudiantes y profesionales. También es notable que la mayor parte de los aportes sobre este tema se refiere a despliegues en el ámbito universitario.

Software Foundation, en 2009, sirvió con VCL a 30.000 estudiantes y el personal docente. VCL puede considerarse como un middleware principalmente para las nubes privadas, aunque se está trabajando para crear y reservar las máquinas virtuales en nube pública como Amazonas EC2. La escalabilidad es manejada manualmente por los administradores, la creación o terminación VM bajo demanda varía. En cuanto a la disponibilidad de la infraestructura, la conmutación automática por error es posible que ciertas máquinas virtuales en función del hipervisor utilizado.

Sobre la base de estas infraestructuras en la nube, debe llevarse a cabo más investigación para sacar el máximo provecho de otras capacidades claves de la computación en la nube, como la rápida y automática escalabilidad o alta disponibilidad. Otras características pueden ser desarrolladas en las infraestructuras de nube, como colas, equilibrio de carga o control de servicios, que será útil para poner en práctica el aprendizaje de servicios y aplicaciones en mayor nivel de computación en nube (PaaS o SaaS). Todas estas características son relevantes, por lo que el uso de aplicaciones basadas en la nube no debe interrumpir o ralentizar la actividad del aprendizaje. Algunas de estas características ya están disponibles en nubes públicas como AWS, por lo que los esfuerzos de investigación podrían ser centrados en el uso de las nubes públicas para apoyar los sistemas educativos, especialmente aquellos con

una demanda muy variable, utilizado durante un corto período de tiempo o con un uso experimental.

La investigación debería dedicarse a desplegar entornos PaaS y aplicaciones SaaS en infraestructuras de nube privada. Hasta ahora, solo unas pocas propuestas implementan aplicaciones basadas en nube de alto nivel sobre infraestructura de la institución (principalmente VLE, herramientas de colaboración y almacenamiento virtual); lo que conllevaría a realizar otra investigación que puede llevarse a cabo para poner a prueba las fortalezas de la computación en nube para la analítica de aprendizaje, donde la escalabilidad y capacidades de cálculo intensivo a procesar cantidades masivas de datos son deseables.

Aunque algunas de las infraestructuras mencionadas, tales como CloudIA y VCL, han sido ampliamente utilizados en entornos reales, no ha habido una evaluación formal desde el punto de vista de las partes interesadas (profesionales, estudiantes, administradores, o al menos no ha sido reportado). Podría ser un trabajo futuro para investigación analizar infraestructuras de nube desde el punto de vista de las características, como la flexibilidad, la facilidad de uso o la adecuación con fines educativos.

Fácil programación y reserva de recursos de cómputo

En escenarios educativos, son a menudo necesarios recursos informáticos para laboratorios y prácticas. La computación en la nube permite a estudiantes y profesionales programar la reserva de recursos con la ayuda del middleware adecuado.

Algunas soluciones propietarias se han empleado para solicitar recursos informáticos en una nube privada educativa. Por ejemplo, (Anton, Anton, & Borangiu, 2012) describe el flujo de trabajo utilizado para aprobar las solicitudes de máquinas virtuales para médicos en una nube privada de IBM. Sin embargo, un middleware diseñado específicamente para la educación parece ser necesario. Dentro de la plataforma CloudIA, los estudiantes en un laboratorio crean una máquina virtual para su uso a

través de una página web en la que se autentican y pueden cargar los componentes necesarios. La creación de máquinas virtuales también se puede programar y reservar con antelación. En algunos casos, las API son útiles para permitir al VLE solicitar recursos de computación para un determinado ejercicio, como API REST desarrolladas para reserva VM para un laboratorio, una vez que los estudiantes accedan al VLE de la institución.

Los mecanismos de reserva y programación deben también tener en cuenta que la infraestructura de la nube puede tener recursos informáticos limitados, como es el caso de las nubes privadas. Por lo tanto, los algoritmos tienen que ser diseñados para optimizar el uso de recursos. Por ejemplo, los profesores pueden solicitar reservas de recursos de computación en la nube para los laboratorios durante varias semanas, con diferentes duraciones de clase y las horas de inicio y, por tanto, un adecuado algoritmo debe programar los recursos disponibles para optimizar su utilización. Un algoritmo optimiza la programación de recursos de la nube bajo la eventual existencia de conflicto entre las peticiones por los profesores.

Los mecanismos automáticos de escalabilidad

Sistemas de e-learning tradicionales son débiles en la escalabilidad en el nivel de infraestructura (Fernández *et al.*, 2012), es decir, cuando el sistema recibe altas cargas de trabajo, es difícil manejar y aumentar la escala de los recursos. La computación en la nube puede ser ventajoso para superar esta limitación a través de su flexibilidad. Mecanismos de escalabilidad dinámica sigue siendo un reto en la computación en la nube (Z. Zhang, Wu, & Cheung, 2013). Si el escalado se realiza automáticamente, mayor ahorro de costos se producirá y, al mismo tiempo, la infraestructura se ajustará a los requisitos de QoS según la demanda varíe.

En educación, la provisión de nuevos recursos tiene que ser eficiente, la escalabilidad automática es deseable en escenarios donde los recursos son necesarios de forma rápida para responder a la variación de la demanda, como ocurre en los MOOC.

Algunas investigaciones han definido modelos de predicción para adaptarse mejor a la demanda. Por ejemplo, se han desarrollado algoritmos para predecir la carga de infraestructuras de aprendizaje basado en la nube y la provisión dinámica de recursos, monitoreando los recursos como la carga del CPU, I/O de disco, estado de colas de procesos o interrupciones por segundo. Sin embargo, se necesitan nuevos algoritmos especialmente diseñados para unas rápidas e inesperadas condiciones cambiantes, de modo que se puedan aplicar a los escenarios antes mencionados, como en los MOOC.

Otros modelos de predicción de escalabilidad deberían tener en cuenta las características específicas del proceso educativo, como la naturaleza periódica de cursos, parámetros de uso de los laboratorios, número de alumnos, grupos, horarios, etc.

A nivel de SaaS, diferentes recursos informáticos pueden ser automáticamente escalados en los centros educativos que pueden ser el número de servidores de video streaming, chats o mundos virtuales. A nivel PaaS, recursos como bases de datos o entornos de programación también se puede escalar bajo demanda. En todo caso, se deben definir reglas para escalar recursos desde a una nube pública a privada y viceversa.

Obviamente, las acciones para permitir la escalabilidad a diferentes niveles de la computación en la nube dependerán de la gestión, para lo que puede ser necesario desarrollar APIs específicas en diferentes niveles para automatizar a nivel transversal el escalamiento de recursos (González-Martínez et al., 2014)

Entornos de aprendizaje basado en la nube

Otro de los retos de investigación es el diseño de entornos de aprendizaje basados en la nube. Aprovechando de la flexibilidad de la nube, se puede formar paquetes de software independientes que se pueden implementar en la nube de forma casi automática y puede ser utilizado con fines educativos en el aula. Los profesores pueden crear ambientes de aprendizaje complejos que los estudiantes se beneficien sin

importar los problemas de configuración. Los entornos informáticos pueden desplegarse solo cuando van a ser utilizados, por lo tanto, el uso de los recursos es eficiente y con reducción de costos.

En más complejos escenarios de aprendizaje colaborativo, profesores o diseñadores instruccionales generan de antemano la secuencia de actividades que los alumnos deben realizar, donde se especifican no solo las restricciones como la formación de grupo o el tiempo para la terminación, sino también los recursos computacionales necesarios, como parte de lo que se llama orquestación educativa.

Máquinas independientes o clusters virtuales para experimentos de ciencias de la computación podría ser suministrado sobre la base del diseño de la educación, especificado los tiempos, tamaños y restricciones de grupo, la infraestructura podría ser reservado y escalado hacia arriba o abajo para cumplir los requisitos de calidad de servicio (González-Martínez *et al.*, 2014)

Interoperabilidad de nubes educativas

De acuerdo a la Comisión de Europa (CE), la interoperabilidad se define como la capacidad de las tecnologías de información y comunicación de intercambiar datos y posibilitar la distribución de la información y el conocimiento. Entre las nubes, interoperabilidad puede ser definida como la capacidad de comprender los formatos, las plantillas del acuerdo de nivel de servicio (SLA), formatos de autenticación, claves de autorización, atributos de los datos y más, de tal manera que pueda cooperar entre diferentes nubes.

Muchos proveedores comerciales de la nube han surgido desde hace ya algunos años, y cada uno proporciona su propia infraestructura, APIs, formas para acceder a los recursos, así como acuerdos de nivel de servicio (SLA). Esta dependencia por un proveedor ha limitado seriamente la flexibilidad que los usuarios quisieran, cuando tienen que desplegar las aplicaciones en diversas infraestructuras con diferentes ubicaciones geográficas, o migrar desde un proveedor a otro.

Para habilitar el uso compartido de recursos entre proveedores de nube, han surgido esfuerzos para facilitar la interoperabilidad, es decir, la capacidad de trabajar juntos múltiples proveedores de nube, tanto en la industria, como en la academia.

En varios trabajos se analiza los esfuerzos que se llevan a cabo sobre la interoperabilidad entre diferentes nubes, taxonomías y estandarización sobre interoperabilidad de la nube, así como las tecnologías de nube desde la perspectiva del proveedor como del usuario para permitir la interoperación, también han surgido esfuerzos para establecer estándares para federar nubes de diferentes proveedores, especialmente promovidas por pequeños proveedores como Rackspace, GoGrid, Red Hat, Dell, Oracle, etc.).

La Comisión Europea, en el año 2013, ha detallado las normas necesarias de seguridad, la interoperabilidad, la portabilidad de datos y la reversibilidad. Teckelmann y Reich (Teckelmann, Reich, & Sulistio, 2011) han presentado una taxonomía de la interoperabilidad de nubes a nivel de IaaS expresada en mecanismos de acceso, aplicaciones virtuales, almacenamiento, red, seguridad, SLA y otros.

Algunos estándares se han publicado para conseguir interoperatividad entre nubes: El Open Virtualization Format (OVF), The Cloud Data Management Interface (CDMI) y Open Cloud Computing Interface (OCCI).

Los clientes de computación en la nube actualmente albergan la totalidad de sus aplicaciones con un solo proveedor de nube, si bien es cierto que se facilita las tareas de mantenimiento, se reduce la capacidad de recuperación de fallas. Investigaciones (Yuan & Powell, 2013) muestran también que las ofertas de los proveedores son muy diferentes en rendimiento y precio, y un solo proveedor no es el mejor en todas las categorías de servicios. En un trabajo se investiga los beneficios de la asignación de los componentes de una aplicación distribuida en múltiples nubes públicas (multi-nube). Se propone un algoritmo de asignación de recursos que minimiza el costo total de operación de nube, al tiempo que satisface el acuerdo de servicio (SLA). A pesar

de los retrasos adicionales para la comunicación entre la nube y los costos adicionales para la transferencia de datos entre nubes, el estudio de simulación, donde se utiliza datos reales de rendimiento y costo, demuestra que la asignación en múltiples nubes supera asignaciones en una simple nube en una variedad de escenarios reales (González-Martínez *et al.*, 2014)

Plataformas para práctica de software

Los estudiantes de ciencias de la computación necesitan tener acceso a diferentes recursos computacionales con el fin de desarrollar las habilidades apropiadas y necesarias. Los entornos escalables de práctica de software (SPE) apoyan las clases que requieran recursos informáticos y que se pueda acceder de forma remota desde cualquier computadora o dispositivo. Normalmente permite (i) dinámicamente y bajo demanda suministrar recursos informáticos necesarios de diferentes proveedores de servicios de nube, (ii) realizar configuración de software automático para satisfacer los requisitos de prácticas de clases, (iii) suspender y reanudar la infraestructura virtual con el fin de reducir los costos durante un curso y (iv) dar enfoques flexibles con el fin de crear infraestructuras virtuales escalables.

Sin embargo, la implementación y configuración de SPE está lejos de ser una tarea trivial, tradicionalmente, se usa imágenes que se basan en máquinas virtuales que encapsulan el software y la configuración de datos y se despliegan en las PC de un laboratorio físico. Sin embargo, este enfoque presenta muchos problemas de extensibilidad, distribución, almacenamiento y escalabilidad y se atiende, por lo general, a no más de dos alumnos por imagen.

Hoy en día, hay dos tendencias que coexisten y que permitirá superar las limitaciones de los enfoques tradicionales cuando se trata de proporcionar una experiencia de software personalizado para los estudiantes. Por un lado, la computación en la nube y por otro lado el enfoque Bring Your Own Device (BYOD) que permite a los estudiantes a utilizar su propio computador o dispositivos con el fin de acceder a los

materiales y recursos, especialmente en el caso de los cursos en línea, donde los usuarios no son obligados a asistir a un laboratorio físico, potenciando la asistencia de estudiantes de zonas rurales.

Un escenario posible podría ser una nube privada implantada con plataformas como OpenNebula , OpenStack o Eucalyptus, y con acceso a una nube pública como Amazon Web Services o Rackspace. Una nube IaaS permite implementar máquinas virtuales y gestionar su ciclo de vida cuando se ejecuta en la parte superior de un hardware físico con la ayuda de un hipervisor, como KVM, Xen o VMware.

En un artículo, (Germán Moltó, 2014) describe la propuesta de arquitectura y detalles de un estudio de caso que involucra implementación de la infraestructura virtual de un curso en línea sobre Cloud Computing con Amazon Web Services (AWS). También describe los enfoques de escalabilidad que pueden ser utilizados para obtener acceso público a la infraestructura como las que se encuentran en los MOOC, e incluye:

- Una configuración hardware compuesta por una arquitectura de CPU, RAM, el tamaño de disco y dispositivos especial según la clase.
- Una configuración de software que satisfaga los requisitos de la lección práctica. Esto incluye el sistema operativo (OS), el software, bibliotecas, las cuentas de usuario y derechos de acceso de cada cuenta.
- Datos de apoyo. Desarrollo de algoritmos puede requerir ciertos archivos de datos de entrada para realizar prueba de comparación o benchmarks.

El uso de la arquitectura descrita ha servido para crear un SPE requeridos para un curso en línea. Además, la arquitectura se ha ampliado para dar cabida a un mayor número de los estudiantes como los que se encuentran típicamente en los MOOC.

La capacidad de especificar en un lenguaje de alto nivel. Como RADL, una descripción de una infraestructura, y dejar un sistema de provisión, implementación y

configuración representa un paso adelante hacia la adopción generalizada de las tecnologías de la nube en la educación línea.

Futuros trabajos deben proporcionar a esta herramienta aplicaciones SaaS, a fin de que los usuarios externos puedan acceder a su funcionalidad para desplegar en otras nubes.

2.2.5 Metodologías de enseñanza y teorías de aprendizaje

La educación con el apoyo de las TIC, ha dado lugar a varias teorías de aprendizaje, entre las más importantes que podemos nombrar están el conductismo, que se basa en la generalización, encadenamiento y formación de conceptos o abstracción, mediante estímulo de respuestas; el cognitismo para la resolución de problemas y el aprendizaje significativo mediante la ayuda de gráficos que permiten plasmar lo observado y simplificar ideas; el constructivismo que permite la apropiación del conocimiento a través de compartir y relacionar información; y el conectivismo, que permite gestionar información mediante diversos procesos y tecnología propias de nativos digitales como redes sociales, computación en la nube y otras.

La educación siempre ha sido un espacio por excelencia para la innovación. Docentes en todo el mundo están constantemente trayendo nuevas ideas y metodologías al aula haciendo el mejor uso de las herramientas a su disposición.

Las nuevas metodologías de enseñanza están cambiando los entornos educativos en todo el mundo e impulsando mejores resultados académicos de los alumnos. Algunos de los principales modelos innovadores que han forjado los profesores y que todo docente del siglo XXI debe conocer son los siguientes:

Flipped Classroom (Aula Invertida)

Una de las metodologías modernas que ha ganado más popularidad en los últimos años, es aula invertida o “Flipped Classroom”, es un modelo pedagógico en donde, los elementos tradicionales de la lección impartida por el profesor se invierten, los contenidos educativos primarios son estudiados por los alumnos en casa y, luego, se

trabajan en el aula. El principal objetivo de esta metodología es optimizar el tiempo en clase, dedicándolo a atender las necesidades especiales de cada alumno, desarrollar proyectos cooperativos o trabajar por proyectos (Ozdamli & Asiksoy, 2016).

Aprendizaje Cooperativo

“Más fuertes juntos”, así se podría resumir de forma sencilla el aprendizaje cooperativo, una metodología que los docentes usan para agrupar a los estudiantes y, así, impactar en el aprendizaje de una manera positiva. Los defensores de este modelo teorizan que trabajar en grupo mejora la atención, la implicación y la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos. El objetivo final es siempre común y se logra, si cada uno de los miembros realiza con éxito sus tareas

La principal característica es que se estructura con base en la formación de grupos, donde cada miembro tiene un rol determinado y para alcanzar los objetivos es necesario interactuar y trabajar de forma coordinada (González, Aguaded, & Universidad, 2015).

Gamificación

La integración de mecánicas y dinámicas propias de juegos y videojuegos en entornos no lúdicos, o gamificación, se emplea desde hace tiempo, pero últimamente este fenómeno ha adquirido una dimensión sin precedentes, y es una de las apuestas recurrentes de los expertos del sector cuando analizan las tendencias actuales y futuras.

El e-learning basado en Juegos (Game-Based e-Learning) se ha fijado en la industria del video juego desde hace un tiempo. Por la proliferación de charlas, artículos y tecnologías que emergen, el concepto está en pleno auge y expansión. Combinar o incluir algún componente lúdico en el diseño del curso suena atractivo, y puede servir para romper con la monotonía de los cursos desarrollados bajo una sola dialéctica multimedia. El combinar efectivamente elementos de juego en los cursos sirve para que estos, no sean tediosos y aburridos.

Según algunos investigadores, la gamificación en la capacitación y formación es una tendencia que irá creciendo en el mundo del e-learning, y emergerán herramientas que ayudarán a incorporar este concepto en los cursos virtuales (Game, Learning, In, & Training, 2014).

Design Thinking

El Design Thinking (DT) o “Pensamiento de Diseño” nace con los diseñadores y su método consiste en resolver problemas particulares, donde se identifica con mayor exactitud los problemas individuales de cada alumno para generar una experiencia educativa, transfiriendo posteriormente esa experiencia a los demás alumnos, creando así un escenario simbiótico (Gobble, 2014).

Aprendizaje Basado en el Pensamiento (Thinking Based Learning)

Más allá del debate sobre la eficacia de aprender de memoria, cuando se habla de educación uno de los aspectos más discutidos es la necesidad de enseñar a los alumnos a trabajar con la información que reciben en la escuela. Enseñarles a contextualizar, analizar, relacionar, argumentar., en definitiva, convertir información en conocimiento.

El objetivo del thinking based learning o aprendizaje basado en el pensamiento (TBL) es desarrollar destrezas del pensamiento más allá de la memorización, desarrollar y reforzar un pensamiento eficaz (Swartz, Costa, Beyer, Reagan, & Kallick, 2007).

Aprendizaje basado en resolución de problemas

Con la llegada de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación, han surgido tanto nuevas metodologías de enseñanza como nuevas versiones de metodologías ya existentes. El aprendizaje basado en problemas (ABP) permite a los alumnos adquirir conocimientos y competencias claves a través de la elaboración de tareas que dan respuesta a problemas de la vida real. La enseñanza basada en problemas y tareas integradas supone hoy la mejor garantía didáctica para una

contribución eficaz al desarrollo de las competencias clave y al aprendizaje de los contenidos del currículo.

Partiendo de un problema concreto y real, en lugar del modelo teórico y abstracto tradicional, parecen evidentes las mejoras en la capacidad de retener conocimiento por parte del alumnado, así como la oportunidad de desarrollar competencias complejas como el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración o la resolución de problemas.

El aprendizaje basado en problemas es un proceso de aprendizaje cíclico compuesto de etapas diferentes. Poner en práctica esta metodología no supone solo el ejercicio de indagación por parte de los alumnos, sino que hay un ejercicio de conversión de datos en información útil. De acuerdo con múltiples pedagogos, las cuatro grandes ventajas observadas con el uso de esta metodología son:

- El desarrollo del pensamiento crítico y competencias creativas
- La mejora de las habilidades de resolución de problemas
- El aumento de la motivación del alumno
- La mejor capacidad de transferir conocimientos a nuevas situaciones

A continuación, se identifican algunos principios y corolarios sobre los cuales se basa la pedagogía basada en la resolución de problemas y realización de tareas (David Merrill, 2009), (Merrill, Barclay, & Schaak, 2007), (Merrill, 2013).

Principio 1: Formulación del problema y planteamiento de la tarea.- Se plantea el problema real que hay que resolver y las tareas que hay que realizar. El problema debe incluir una amplia gama de actividades que con frecuencia el estudiante encontrará en la vida profesional o en la empresa, para lo cual debe seguir un conjunto de pasos o instrucciones que lleven a solucionar un problema real. La instrucción centrada en el

problema se contrasta con la instrucción centrada en el tema o por capítulos, donde los componentes de la tarea se enseñan de forma aislada.

Este principio tiene los siguientes corolarios:

-Enunciar la tarea: El aprendizaje se promueve cuando a los alumnos se les plantea la tarea que deberá cumplir o el problema que tendrá que resolver como resultado de completar un módulo o curso. En las implementaciones e-learning típicas, se ha convertido en práctica común establecer los objetivos de aprendizaje al comienzo del módulo o capítulo. Estos objetivos generalmente se anuncian con la típica frase "El alumno podrá." "Los objetivos planteados de esta forma son abstractos y a menudo solo se entienden luego de seguir las instrucciones. La mayoría de los teóricos sugieren que un enunciado específico de la tarea o problema a resolver, proporciona una mejor orientación al material instructivo a seguir que una lista de declaraciones objetivas abstractas.

-Nivel de tarea: La instrucción tradicional se basa en un tema presentado generalmente en capítulos, con el cual se enseña los conceptos, sin aclarar la utilidad que tienen estos temas para resolver una tarea o un problema real, asume que el alumno será capaz de juntar estos conceptos para entender su utilidad o solucionar tareas del mundo real. Aprender a completar una tarea implica cuatro niveles de instrucción: (a) el problema, (b) las tareas requeridas para resolver el problema, (c) las operaciones que comprenden las tareas, y (d) las acciones que comprenden la tarea. La instrucción efectiva debe involucrar a los estudiantes en los cuatro niveles de desempeño: el nivel de problema, el nivel de tarea, el nivel de operación y el nivel de acción.

-Progresión del problema.- El aprendizaje se promueve cuando los alumnos resuelven una progresión de problemas que se comparan explícitamente entre sí. Algunos de los problemas o tareas que los alumnos deben completar son muy complejos, no es efectivo resolver un solo problema. Para dominar un problema complejo, los estudiantes deben primero comenzar con un problema fácil. Cuando se domina el

primer problema, se anuncia el siguiente problema. A través de una progresión de problemas cada vez más complejos, las habilidades de los estudiantes mejoran gradualmente hasta que puedan resolver problemas reales y abstractos.

Principio 2: Activación.- El aprendizaje se promueve cuando se activa la experiencia relevante previa. En la instrucción tradicional se inicia con nuevos temas sin indagar si los estudiantes han tenido experiencia previa, por lo tanto, primero se debe asegurar que la información relevante se active para usar como base para el nuevo conocimiento.

-Experiencia previa: El aprendizaje se promueve cuando los alumnos tienden a recordar, relacionar, describir o aplicar conocimientos de experiencias relevantes anteriores que pueden utilizarse como base para el nuevo conocimiento.

La experiencia se activa en los alumnos mediante explicación de lo que sabe o puede resolver; exigir a los alumnos que completen pruebas de diagnóstico orientada a la información que se enseñará puede ser frustrante y no productivo para activar la experiencia previa. Un simple recuerdo de la información a menudo es eficaz como una experiencia de activación.

-Nueva experiencia: El aprendizaje se promueve cuando a los alumnos se les proporciona una experiencia relevante que puede usarse como base para resolver problemas, caso contrario, los estudiantes deben recurrir a memorizar el material presentado porque carecen de modelos mentales previos basados en la experiencia que pueden utilizarse para estructurar el nuevo conocimiento.

-Estructura: El aprendizaje se promueve cuando los alumnos reciben o animan a recordar una estructura que puede utilizarse para organizar el nuevo conocimiento.

La activación es más que simplemente ayudar a los estudiantes a recordar experiencias previas o proporcionar experiencias relevantes. La activación también implica estimular la estructuración de modelos mentales que pueden modificarse o ajustarse

para permitir a los estudiantes incorporar el nuevo conocimiento en sus conocimientos existentes.

Principio 3: Demostración.- El aprendizaje se promueve cuando la instrucción demuestra lo que se debe aprender en lugar de simplemente entregar información. El conocimiento se presenta en dos niveles: (a) información y (b) ejemplos. La información es general y se refiere a muchos casos o situaciones. Los ejemplos son específicos y se refieren a un solo caso o una sola situación. A menudo, la instrucción es meramente información seguida de unas pocas preguntas que recuerdan lo que le dijeron. Esta instrucción de "preguntar y preguntar" rara vez es una instrucción efectiva. La instrucción es mucho más efectiva cuando también incluye el nivel de ejemplificación en el que la información se demuestra a través de situaciones o casos específicos. Los estudiantes recuerdan y pueden aplicar la información mucho más fácilmente cuando la información incluye ejemplos específicos. Van Merriënboer (1997) indicó que demostrarle a un alumno cómo resolver un problema a través de ejemplos y modelos es importante como primer paso en una secuencia de instrucción. Merrill (1994) citó una investigación que muestra que presentar ejemplos es más efectivo que meramente presentar información; presentar ejemplos, además de la práctica, promueve un mejor aprendizaje que la práctica sola.

Los corolarios de la demostración son:

-Consistencia: El aprendizaje se promueve cuando la demostración es consistente con el objetivo de aprendizaje: (a) ejemplos para conceptos, (b) demostraciones para procedimientos, (c) visualizaciones para procesos, y (d) modelos para el comportamiento.

Merrill (1994) elaboró las categorías de Gagné y prescribió formularios de presentación primarios y secundarios consistentes con cada categoría de resultados. Merrill (1997) identificó la estructura del conocimiento, la presentación, la práctica y la orientación del alumno que son consistentes para cada uno de estos diferentes tipos

de resultados de aprendizaje. También se identificó tres clases de problemas: (a) problemas de categorización, (b) problemas de diseño (planes y procedimientos), y (c) problemas de interpretación (principios, modelos y teorías).

Cada una de estas diferentes clases de problemas requiere diferentes estructuras de conocimiento (correspondientes a la estructura cognitiva deseada) y diferentes habilidades constitutivas (conceptos, actividades y procesos) para que el aprendizaje sea eficiente y efectivo. Varios teóricos están de acuerdo en que, si las demostraciones son inconsistentes con los resultados de aprendizaje previstos, el aprendizaje será ineficaz, entonces no importa si hay orientación del alumno o si los medios son relevantes.

-Orientación del alumno: Se promueve el aprendizaje cuando se proporciona a los alumnos una orientación adecuada, incluidos algunos de los siguientes: (a) información pertinente, (b) múltiples presentaciones para las demostraciones, o (c) múltiples demostraciones.

-Medios relevantes: El aprendizaje se promueve cuando los medios juegan un rol instructivo relevante y las múltiples formas de medios no compiten por la atención del alumno.

También ha demostrado que algunas combinaciones multimedia (gráficos, audio y video) compiten por atención y, por lo tanto, aumenta la carga cognitiva para el estudiante. Otras combinaciones de medios, como video, audio y gráficos, se apoyan mutuamente y promueven un aprendizaje más efectivo.

Principio 4: Aplicación.- El aprendizaje se promueve cuando se requiere que los estudiantes usen sus nuevos conocimientos o habilidades para resolver problemas. Merrill (1994) citó una investigación que demuestra que agregar práctica y ejemplos a la información aumenta el aprendizaje. La mayoría de las teorías del diseño instructivo abogan por la aplicación del conocimiento y la habilidad como una condición necesaria para el aprendizaje efectivo.

Varios autores enfatizaron la importancia de involucrar la práctica en la resolución de tareas o problemas del mundo real, y se asombran que, con este acuerdo casi universal sobre la importancia de aplicar el conocimiento a las tareas del mundo real, tanta instrucción simplemente incluya unas pocas preguntas de opción múltiple como prácticas etiquetadas, preguntas que no ayudan mucho a promover el aprendizaje.

La aplicación debe cumplir los siguientes corolarios:

-Consistencia en la práctica: El aprendizaje se promueve cuando la aplicación (práctica) y la prueba posterior son consistentes con los objetivos establecidos o implícitos: (a) información sobre la práctica: recordar o reconocer información, (b) partes de la práctica: localizar, nombrar o describir cada parte, (c) clases de práctica: identificar nuevos ejemplos de cada tipo, (d) cómo practicar: hacer el procedimiento y (e) qué pasará: pronosticar una consecuencia de un proceso dado condiciones, o encontrar condiciones de falla dadas una consecuencia inesperada.

La práctica debe ser apropiada para los objetivos de instrucción. El aprendizaje se promueve cuando la práctica es consistente con el objetivo de aprendizaje. Si la aplicación no es coherente con los objetivos previstos de la instrucción, será ineficaz y no importará si existe retroalimentación adecuada o una secuencia de problemas.

-Reducción del acompañamiento (scaffolding): El aprendizaje se promueve cuando los alumnos son guiados en la resolución de problemas mediante la retroalimentación y el entrenamiento (coaching) apropiado, incluida la detección y corrección de errores. Pero este entrenamiento debe retirarse gradualmente, a fin de que el estudiante desarrolle sus propias destrezas. La idea es que el aprendizaje inicial de los estudiantes necesita un apoyo considerable, pero, a medida que avanza el aprendizaje, este apoyo se va eliminando gradualmente, y se deja a los estudiantes por su cuenta. El acompañamiento (scaffolding) implica realizar partes de la tarea que los alumnos no pueden realizar y reducir gradualmente la cantidad de orientación, para finalmente dar el control al alumno. La retroalimentación se ha reconocido durante mucho tiempo

como la forma más importante de orientación para el alumno. Todas las teorías abogan por alguna forma de retroalimentación como una condición necesaria para el aprendizaje.

-Problemas variados: El aprendizaje se promueve cuando se requiere que los alumnos resuelvan una secuencia de problemas de varios tipos. Aplicar el conocimiento a un solo problema es insuficiente para aprender una habilidad cognitiva. La práctica adecuada debe proporcionar múltiples oportunidades para que los alumnos utilicen sus nuevos conocimientos o habilidades para una variedad de problemas. Merrill y otros autores (1992) indicaron que una condición necesaria para la instrucción eficaz es aplicar una secuencia de ejemplos divergentes de varias situaciones.

Principio 5: Integración.- el aprendizaje se promueve cuando se motiva a los alumnos a integrar (transferir, compartir) el nuevo conocimiento o habilidad en su vida cotidiana. La literatura de instrucción actual dice mucho acerca de la importancia de la motivación. A menudo los medios y recursos multimedia como la animación, video o los juegos se justifican como elementos de motivación de la instrucción, sin embargo, en su mayor parte, estos aspectos tienen un efecto temporal sobre la motivación. La verdadera motivación para los estudiantes es aprender situaciones que le sirvan en su vida profesional. Los alumnos han integrado la instrucción cuando pueden demostrar una mejora en las habilidades, cuando defiende y utilizan sus nuevos conocimientos en su vida cotidiana.

La aplicación debe cumplir con los siguientes corolarios:

-Exposición: El aprendizaje se promueve cuando los alumnos tienen la oportunidad de demostrar públicamente sus nuevos conocimientos o habilidades. Cada vez que los alumnos adquieren nuevas habilidades, su primer deseo es mostrarle a un amigo su capacidad recién adquirida. El aprendizaje es la más motivante de todas las actividades cuando el alumno puede observar su propio progreso. Una de las principales atracciones de los juegos de computadora es el nivel de habilidad creciente que es

evidente para el jugador. La instrucción efectiva debe brindar una oportunidad para que los estudiantes demuestren sus habilidades recién adquiridas. Este principio de hacer público y compartir los conocimientos recién adquiridos se destaca en la enseñanza.

-Reflexión: El aprendizaje se promueve cuando los alumnos pueden reflexionar, debatir y defender sus nuevos conocimientos o habilidades. Los alumnos necesitan la oportunidad de reflexionar, defender y compartir lo que han aprendido. Existe una serie de modelos de resolución de problemas que incluyen sintetizar y reflejar cómo una actividad de proceso es importante para la resolución colaborativa de problemas.

-Creación: El aprendizaje se promueve cuando los alumnos pueden crear, inventar y explorar formas nuevas y personales de utilizar sus nuevos conocimientos o habilidades. Algunos autores dicen que crear, revisar, editar, sintetizar y reorientar son fases finales importantes de una experiencia de aprendizaje.

En la tabla 2, se indica los corolarios de los principios instructivos.

Tabla 3. Corolarios de los principios instructivos de Merrill

PRINCIPIO INSTRUCTIVO	COROLARIOS
Formulación del problema o tarea	-Enunciar la tarea
	-Nivel de tarea
	-Progresión del problema
Activación	-Experiencia previa
	-Nueva experiencia
	-Estructura
Demostración	-Consistencia con el objetivo de aprendizaje
	-Orientación del alumno
	-Medios relevantes
Aplicación	-Consistencia en la práctica
	-Reducción del acompañamiento (scaffolding)
	-Problemas variados
Integración	-Exposición
	-Reflexión
	-Creación

Fuente: (David Merrill, 2009)

Definitivamente el e-learning sigue consolidándose como una opción de fuerza para capacitar o formar a profesionales de manera rápida y efectiva. La educación en línea se ha fijado siempre en varias dimensiones para aprovechar lo mejor de cada tecnología. Desde siempre los responsables del concepto han intentado simular las clases presenciales en un formato virtual. Esa metáfora del mundo real llevado al mundo virtual ha tenido defensores y detractores, sin embargo, la educación virtual sigue su camino para consolidarse como una opción válida para las organizaciones.

En los últimos tiempos han emergido tecnologías que intentan “enganchar” al estudiante en el concepto, pero quizá lo que muchos analistas y proveedores del sector recomiendan es utilizar ecosistemas que incorporen en sus cursos diferentes técnicas instruccionales y elementos multimedia para fortalecer los cursos online. Algunos de esos ingredientes o estrategias instruccionales e-learning que harán la oferta virtual más interesante para los estudiantes son:

-Desarrollo Agile-Scrum, con la llegada del concepto Agile, y más específicamente, el concepto Scrum, podremos desarrollar contenidos o cursos virtuales de una manera incremental y basados en píldoras. El curso completo se desglosa en varios micro-cursos o nano-cursos de una manera más específica, asume que los profesionales tienen cada vez menos tiempo de asistir a capacitaciones o cursos de larga duración.

-Inteligencia artificial y realidad aumentada, son otras estrategias que viene atrayendo al e-learning y facilita su adopción en educación.

2.2.6 Pilares educativos

El siglo XXI ofrece recursos sin precedentes tanto a la circulación y al almacenamiento de información como a la comunicación, lo cual planteará a la educación una doble exigencia que, a primera vista, puede parecer casi contradictoria: la educación deberá transmitir, masiva y eficazmente, un volumen cada vez mayor de conocimientos teóricos y técnicos evolutivos, adaptados a la civilización cognoscitiva, porque son las bases de las competencias del futuro. Simultáneamente, deberá hallar y definir

orientaciones que permitan no dejarse sumergir por la corriente de informaciones más o menos efímeras que invaden los espacios públicos y privados y conservar el rumbo en proyectos de desarrollo individuales y colectivos. En cierto sentido, la educación se ve obligada a proporcionar las cartas náuticas de un mundo complejo y en perpetua agitación y, al mismo tiempo, la brújula para poder navegar por él.

Con esas perspectivas se ha vuelto imposible, y hasta inadecuado, responder de manera puramente cuantitativa a la insaciable demanda de educación, que entraña un bagaje cada vez más voluminoso. Es que ya no basta con que cada individuo acumule al comienzo de su vida una reserva de conocimientos a la que podrá recurrir después sin límites. Sobre todo, debe estar en condiciones de aprovechar y utilizar durante toda la vida cada oportunidad que se le presente de actualizar, profundizar y enriquecer ese primer saber y de adaptarse a un mundo en permanente cambio.

Para cumplir el conjunto de las misiones que les son propias, la educación debe estructurarse en torno a cuatro aprendizajes fundamentales que en el transcurso de la vida serán para cada persona, en cierto sentido, los pilares del conocimiento: aprender a conocer, es decir, adquirir los instrumentos de la comprensión; aprender a hacer, para poder influir sobre el propio entorno; aprender a vivir juntos, para participar y cooperar con los demás en todas las actividades humanas; por último, aprender a ser, un proceso fundamental que recoge elementos de los tres anteriores. Por supuesto, estas cuatro vías del saber convergen en una sola, ya que hay entre ellas múltiples puntos de contacto, coincidencia e intercambio.

Mas, en general, la enseñanza se orienta esencialmente, por no decir que de manera exclusiva, hacia el aprender a conocer y, en menor medida, el aprender a hacer. Las otras dos formas de aprendizajes dependen las más de las veces de circunstancias aleatorias, cuando no se les considera una mera prolongación, de alguna manera natural, de las dos primeras. Pues bien, en varios artículos estima que, en cualquier sistema de enseñanza estructurado, cada uno de esos cuatro “pilares del conocimiento” debe recibir una atención equivalente a fin de que la educación sea para el ser humano,

en su calidad de persona y de miembro de la sociedad, una experiencia global y que dure toda la vida en los planos cognoscitivos y prácticos.

Para hacer frente a los retos del siglo XXI, sería indispensable asignar nuevos objetivos a la educación y, por consiguiente, modificar la idea que nos hacemos de su utilidad. Una nueva concepción más amplia de la educación debería llevar a cada persona a descubrir, despertar e incrementar sus posibilidades creativas, actualizando así el tesoro escondido en cada uno de nosotros, lo cual supone trascender una visión puramente instrumental de la educación, percibida como la vía obligada para obtener determinados resultados (experiencia práctica, adquisición de capacidades diversas, fines de carácter económico), para considerar su función en toda su plenitud, a saber, la realización de la persona que, toda ella, aprender a ser.¹²

2.3. Bases teóricas: Estado del arte

En esta sección se presenta una revisión del estado del arte de la computación en la nube aplicado a la educación y específicamente en la enseñanza práctica de tecnología de información. Para lo cual se siguió la metodología propuesta en (Kitchenham & Charters, 2007) para determinar las ventajas, riesgos, problemas y desafíos actuales de investigación, basados en escenarios de aprendizaje que se encontraron a través de la literatura.

Con el apoyo de importantes actores de la industria, como Google, Amazon, Microsoft, Salesforce y más, la computación en la nube está siendo ampliamente adoptada en diferentes dominios. Servicios en la nube como Google Mail o Dropbox permiten ejecutar a miles de usuarios varias herramientas. Pequeñas y grandes empresas actualmente utilizan aplicaciones basadas en la nube y están adoptando

¹² <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2012/11/PPP-DC-Delors-Los-cuatro-pilares.pdf>

infraestructuras virtuales, como por ejemplo Amazon Web Services o Microsoft Azure (Sultan, 2010). Iniciativas gubernamentales y otras organizaciones como la NASA promueven el uso de la computación en nube y utilizan infraestructuras de nube para investigación.

En el ámbito educativo, la computación en la nube se ha identificado como una tendencia clave (Johnson *et al.*, 2012) que permite el acceso a servicios en línea en cualquier lugar con escalabilidad y disponibilidad mejorada con ahorro de costos (McDonald, D. and Breslin, C. and MacDonald, 2010). Estas son propiedades deseables para proporcionar servicios de e-learning, especialmente en escenarios de servicios informáticos intensivos como máquinas virtuales, simulaciones, procesamiento de video, o los ofrecidos a gran escala como en los MOOC (Cursos Masivos Abiertos en Línea). La nube puede proporcionar a estudiantes y profesores herramientas para desplegar los recursos informáticos bajo demanda para las clases y laboratorios de acuerdo a sus necesidades. Por ejemplo, los profesores pueden crear computadoras virtuales (Máquinas Virtuales) con software pre-instalado para implementar laboratorios de computación (Potkonjak *et al.*, 2016) (Chine, 2010). Algunas instituciones educativas están usando la computación en la nube para externalizar servicios de correo electrónico, herramientas de colaboración, almacenamiento de datos o para alojar Ambientes Virtuales de Aprendizaje (VLE) (Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce, & García-Peñalvo, 2015) (Oludipe, Fatoki, Yekini, & Aigbokhan, 2014). Otra fortaleza de la computación en la nube es la ubicuidad que junto a herramientas avanzadas de colaboración pueden producir nuevos escenarios para crear ecosistemas innovadores al servicio de la educación.

2.3.1 Modelos de computación en la nube y TPACK

La computación en la nube ofrece tres modelos de servicios (Mell & Grance, 2011), 2009), (Q. Zhang, Cheng, & Boutaba, 2010). En el nivel más bajo de abstracción, se puede encontrar Infraestructura como Servicio (IaaS), que proporciona al consumidor procesamiento, almacenamiento, redes y otros recursos informáticos, donde se puede

ejecutar software como sistemas operativos y aplicaciones bajo la abstracción de una máquina virtual. Un ejemplo de IaaS es Amazon EC2¹³ que proporciona máquinas virtuales en demanda. Eucalyptus¹⁴ y OpenStack¹⁵ son ejemplos middleware de código abierto que las organizaciones pueden utilizar para construir sus propias infraestructuras para proveer servicios IaaS. El siguiente nivel es Plataforma como servicio (PaaS), por lo general, construida sobre IaaS y permite al usuario crear y desplegar aplicaciones de infraestructura de nube mediante entornos de ejecución. Ejemplos de PaaS son Google App Engine¹⁶ y Microsoft Windows Azure¹⁷. Por último, Software como Servicio (SaaS) es hoy en día el modelo más conocido, que consiste en aplicaciones ofrecidas por el proveedor través de la red, en lugar de ser ejecutadas en el ordenador del usuario. Ejemplos de Software SaaS son Google Docs¹⁸, Salesforce.com¹⁹, o Dropbox²⁰.

Todos estos servicios pueden ser ofrecidos mediante cuatro modelos: nube pública, nube privada, una combinación de las dos denomina nube híbrida, y nube comunitaria,

¹³ <https://aws.amazon.com/es/ec2/>

¹⁴ <https://docs.eucalyptus.com/eucalyptus/latest/>

¹⁵ <https://www.openstack.org/>

¹⁶ <https://cloud.google.com/appengine/?hl=es>

¹⁷ <https://cloud.google.com/appengine/?hl=es>

¹⁸ <https://www.google.com/intl/es/docs/about/>

¹⁹ <https://www.salesforce.com/mx/?ir=1>

²⁰ <https://www.dropbox.com>

si la nube es utilizada por una comunidad específica. Un resumen de los modelos de servicios, modelos de desarrollo y los recursos móviles de computación en la nube para educación se indica en la figura 1 (Mircea & Andreescu, 2011).

El modelo TPACK

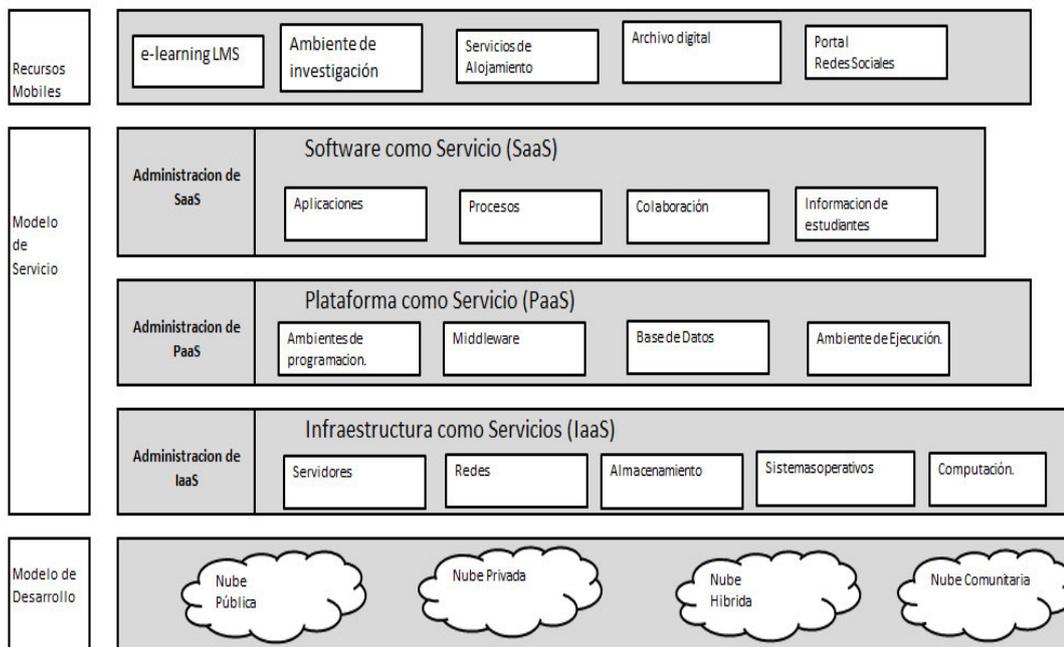
El TPACK (Conocimiento Pedagógico Tecnológico del Contenido) se conceptualiza como un modelo que sirve a los docentes para diseñar sus clases mediante el uso de TIC. Este saber hacer del docente debe correlacionar el conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (Koehler & Mishra, 2009). Mishra y Koehler teorizaron y propusieron otros tipos de conocimientos mediante las conexiones entre los tres conocimientos, lo cual dio lugar a otras tres fuentes de conocimiento y al TPACK, como se indica en la figura 2.

Los siete componentes de TPACK capturan los diferentes tipos de experiencia profesional de los docentes para la integración efectiva de la tecnología en las clases.

Se han realizado varios estudios en distintos escenarios en diferentes universidades, mediante varias técnicas estadísticas así mismo, se han construido modelos conceptuales que indican una falta de comprensión de las relaciones entre los siete componentes, estableciéndose una fuerte influencia de la tecnología sobre los otros conocimientos.

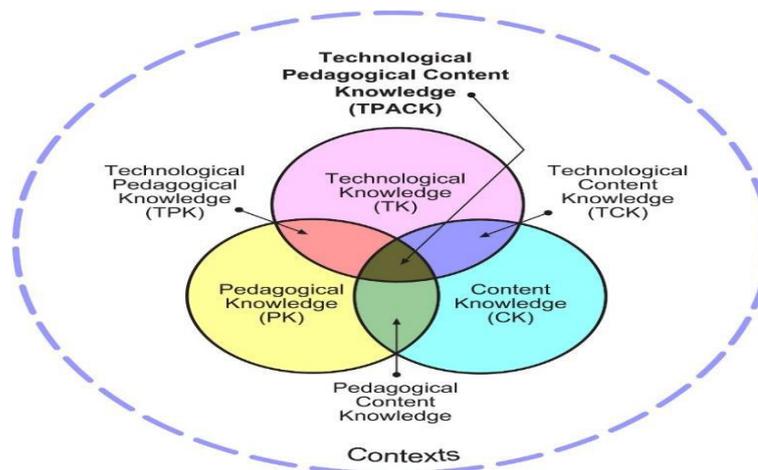
Uno de los principales problemas cuando se intenta generalizar TPACK son los diferentes tipos de contenidos y destrezas que se desea enseñar; no se pueden usar las mismas aplicaciones o plataformas tecnológicas para enseñar, por ejemplo, ciencias de la tierra, matemáticas, artes, tecnologías de información o lenguaje, es decir, la tecnología a utilizar depende en gran medida de los contenidos y también de la pedagogía.

Figura 1. Modelos de servicios de computación en la nube para educación.



Fuente: (Mircea & Andreescu, 2011)

Figura 2. Conceptualización del TPACK como modelo.



Fuente: (Koehler & Mishra, 2009)

En un estudio mediante una encuesta en línea a 596 docentes de los Estados Unidos, se examina la naturaleza y aplicabilidad del modelo TPACK a través del uso del factor

de análisis, los resultados sugieren que el TPACK puede ser usado desde el punto de vista organizacional, y es difícil separar cada uno de los ámbitos, así, se pone en duda su uso en la práctica (Archambault & Barnett, 2010).

2.3.2 Implementaciones e-learning

La computación en la nube ofrece tanto a alumnos como a profesores una gran variedad de aplicaciones en línea que pueden emplearse para soportar una amplia gama de escenarios de aprendizaje; estas aplicaciones, por lo general, están basadas en la web, accesibles desde cualquier lugar y en cualquier momento a través de Internet, para así ampliar el tiempo de exposición del aprendizaje a los estudiantes (Wu & Huang, 2011).

Hay muchas aplicaciones en la nube, (como Google Apps, Dropbox, Office 365, etc.) sencillas, de alta disponibilidad, escalables y de bajo costo, que están empleando los estudiantes. Por ejemplo, el software Google Apps para educación o Microsoft Office 365, los cuales ofrecen aplicaciones de productividad en línea como procesamiento de textos, hojas de cálculo y presentaciones que se pueden utilizar en la clase (Sultan, 2010). Tanto los docentes como los estudiantes y el personal administrativo pueden utilizar una cuenta de correo electrónico de Google o Microsoft con el nombre de dominio de su institución (Sclater, 2010), utilizar los canales de YouTube para transmitir video conferencias, o disponer de almacenamiento desde Onedrive o Dropbox (Lennon, 2012).

El uso de la computación en la nube para la educación ha sido adoptado por muchas empresas líderes en TI como Microsoft, Google, Amazon, HP, VMware, e IBM, las cuales han proporcionado iniciativas para apoyar a las instituciones educativas con las herramientas de aprendizaje necesarias; algunas de estas iniciativas son gratuitas. A continuación, se lista algunas herramientas educativas disponibles en la nube:

- Microsoft Education Cloud con Microsoft Live@edu que contiene creación de páginas web, compartición de archivos, procesador de texto, compartición de escritorio y planificación de recursos.
- Google Education Cloud con Google Apps Education (GAE), que contiene Google Mail, Google Sites, Google Docs, Google Video, Google Calendar y Google Talk.
- Earth Browser, que ofrece en tiempo real datos de clima y aspectos meteorológicos.
- Sócrática, con clases de ciencias para acceder y crear módulos de estudio.
- VMWare con Virtual Desktop, que provee laboratorios de computación virtual.
- IBM Cloud Academy, que provee computadoras virtuales con sistemas inteligentes de análisis.
- Apache for Virtual Computing Lab (VCL)²¹, una plataforma de código libre para brindar laboratorios de computación virtual.
- Virtual cable, con servicios de escritorio virtual.
- Amazon, con varios servicios de nube.

El amplio grado de configuración de servicios y recursos de la nube brinda a los profesores y estudiantes oportunidades para crear nuevos ambientes para la enseñanza y el aprendizaje. Los diferentes servicios y aplicaciones de la nube se pueden

²¹ <http://vcl.apache.org/>

incorporar con APIs para personalizar ambientes de aprendizaje adecuados a las necesidades y preferencias de los estudiantes, lo cual facilita la creación de Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) que integran diferentes herramientas en la nube, como Google Apps, Facebook y aplicaciones de mapas mentales para los maestros en formación en un curso sobre e-learning (Hernandez Rizzardini, Linares, Mikroyannidis, & Schmitz, 2013).

En (Casquero, Portillo, Ovelar, Romo, & Benito, 2008), se describe un PLE con iGoogle, donde se integran una variedad de servicios basados en la nube, como Google, Delicious, Flickr, YouTube y blogs, para un curso de medicina. En (Al-zoube, 2009), hay una aplicación para la enseñanza de las ciencias donde se utiliza herramientas como Google Docs, Youtube, Facebook, mensajería instantánea, listas de tareas pendientes o estructuración de ideas.

Además, la rápida disposición y liberación de recursos bajo demanda ofrecidos por la nube empoderan a los profesores a crear entornos informáticos, como escritorios virtuales para acceder a máquinas virtuales y laboratorios de computación pre-configurados o entornos de desarrollo que se puede replicar o reutilizar tantas veces como sea necesario (Vaquero, 2011), de esta manera, el personal de TI no tiene que mantener o configurar las computadoras para cada clase, generando menos sobrecarga de administración (Aljenaa *et al.*, 2011).

Los entornos de escritorio virtuales con software pre-configurado se utilizan generalmente en diferentes disciplinas educativas. Por ejemplo, (C. Y. Yang, Chang, Chien, & Wang, 2011) presenta una aplicación de escritorio virtual llamado Dumbogo, en una nube privada basada en VMWare, donde los estudiantes de secundaria y los profesores pueden compartir documentos y recursos multimedia. Los autores afirman que los escritorios virtuales se pueden utilizar en Blended Learning gracias a la ubicuidad de la computación en nube y porque los profesores pueden ofrecer material adecuado. Otros estudios que muestran configuraciones de escritorios virtuales se encuentran en R (Wang, Ye, Chen, & Xu, 2012), donde se utiliza tecnología de Ulteo

o (Huang, 2011), así, se puede observar que los estudiantes de una escuela primaria utilizan sus propios escritorios virtuales con el software de oficina instalado.

Un prototipo de escritorio virtual también se muestra en (Li, Peng, Zhang, Han, & Yuan, 2011), donde los estudiantes tienen acceso a su propia máquina virtual para discutir conceptos sobre lenguajes. En (Chine, 2010), los autores presentan elástico-R, una VM pre-configurada con herramientas de matemáticas y estadísticas que se pueden compartir con otros educadores.

Los profesores de ciencias de computación pueden pre-configurar y provisionar recursos para iniciar la asignación desde cero. Por ejemplo, una contribución propone (Rajaei & Aldakheel, 2012) para usar bases de datos virtuales creadas en Microsoft Windows Azure o máquinas virtuales de AWS para aprender el funcionamiento sistemas operativos.

De la revisión de la literatura, varias universidades han implementado herramientas tecnológicas para la enseñanza en línea, algunas de ellas permiten el acceso a infraestructuras de máquinas y laboratorios virtuales, donde el estudiante puede realizar prácticas de TI. A continuación, se explica brevemente algunas de estas implementaciones:

- El trabajo de investigación (Xu *et al.*, 2012) describe un laboratorio remoto denominado V-lab, en el cual los profesores pueden configurar las máquinas virtuales para que los estudiantes accedan remotamente para realizar prácticas de redes.
- La Universidad de Hochschule Furtwangen University (HFU), implementó una nube privada denominada CloudIA, donde se utiliza los modelos software como servicios (SaaS) e infraestructura como servicio (IaaS), que atiende a sus estudiantes y al público en general con servicios e-learning, en donde sobresale metodologías de colaboración, además, se puede crear y reservar máquinas virtuales bajo demanda para sus prácticas, por defecto

se puede entregar a cada estudiante un máximo de tres máquinas virtuales con 1Gb de RAM y 100 horas de uso por semestre (Doelitzscher *et al.*, 2011). A nivel plataforma PaaS, CloudIA ofrece el contenedor de servlets (SCP), un entorno de programación con herramientas pre-configuradas. A nivel de SaaS, Collabsoft, un paquete de software desarrollado para la colaboración en línea con capacidades de mensajería instantánea que puede ser instalado en una máquina virtual bajo demanda. También ofrecen almacenamiento virtual y opera en una infraestructura híbrida con una nube de Amazon.

- El proyecto Go-Lab (Global Online Science Labs for Inquiry Learning at School) es un proyecto colaborativo europeo cofinanciado por la Comisión Europea. El proyecto Go-Lab entrega laboratorios virtuales en línea a gran escala. Go-Lab creó una infraestructura para proporcionar acceso a un conjunto de laboratorios en línea de instituciones de investigación de renombre mundial, como ESA (Agencia Espacial Europea, Países Bajos), CERN (Organización Europea de Investigación Nuclear, Suiza), etc. Esta infraestructura también puede ser utilizada por universidades, con el fin de ampliar las actividades regulares de aprendizaje con experimentos científicos (Govaerts *et al.*, 2013)
- Otro proyecto es el denominado VccSSe (Virtual Community Collaborating Space for Science Education), inicio en octubre de 2006, en trabajo conjunto entre varias instituciones del Reino Unido, Rumania, España, Grecia, Polonia, y Finlandia. El propósito principal del VccSSe fue adaptar, desarrollar, probar, implementar y difundir módulos de formación, metodologías de enseñanza y estrategias pedagógicas basadas en el uso de instrumentos virtuales en el aula, en diferentes áreas de la ciencia como en física, química, biología, etc. (Gorghiu, Glava, Gorghiu, & Glava, 2011).

- "LiLa" es el acrónimo de la "Library of Labs", es una iniciativa de ocho universidades y tres organizaciones, coordinada por la Universidad de Stuttgart (Alemania). El objetivo del proyecto era promover el intercambio mutuo y el acceso a laboratorios virtuales (entornos de simulación) y laboratorios remotos. En el proyecto LiLa se construyó un portal que proporciona acceso a laboratorios virtuales y experimentos remotos. También incluye servicios adicionales como un sistema de tutoría (Richter, Boehringer, & Jeschke, 2011).
- En otra contribución, tenemos StarHPC, desarrollado por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), que propone máquinas virtuales que se pueden reutilizar entre los estudiantes en un curso de programación paralela (Ivica *et al.*, 2009).
- Para resaltar el uso de laboratorios virtuales en e-learning basados en computación en la nube, se presenta un modelo y arquitectura denominada RVLaaS, presentada como Laboratorios Virtuales Remotos como un Servicio en nube (Boukil & Ibriz, 2015).
- En un trabajo (Munoz-Calle *et al.*, 2016), se presenta un modelo basado en la herramienta "Virtual Machine on Demand (VMD)". Este modelo permite el uso de máquinas virtuales compartidas, adaptadas a laboratorios de computación. VMD, permite al estudiante utilizar sus máquinas virtuales personalizadas en medios extraíbles y ejecutarlos en cualquier computadora, adaptándose automáticamente a los requisitos específicos del hardware.
- Además, (Anton *et al.*, 2012), muestra el caso de una nube privada compartida por cuatro universidades, liderada por la Universidad Politécnica de Bucharest, La infraestructura de la nube permite una mejor asignación de recursos para los laboratorios virtuales, personalizaciones del

entorno de trabajo, configuración de clase a demanda y más características que permiten mejoras en los procesos de aprendizaje. La infraestructura está compuesta por dos nubes de IBM CloudBurst, localizadas en lugares geográficos diferentes, conectadas por una conexión de fibra óptica de alta velocidad, lo que permite la tolerancia a fallas, alta disponibilidad y reubicación de las máquinas virtuales.

- SNAP (social networking for academic purposes), es una plataforma desarrollada en la Universidad Victoria en Melbourne, Australia. En el artículo se explica el diseño y la metodología de implementación de plataformas e-learning que emplean pedagogías constructivistas, conectivistas y participativas e involucran activamente a la población estudiantil mediante estrategias de aprendizaje entre pares (Kirkwood, 2010).
- Otro aporte es la nube privada construida por la Universidad Española Distancia (UNED), la cual utiliza Open Nebula que proporciona a los estudiantes acceso a las máquinas virtuales donde pueden hacer sus ejercicios prácticos.
- Otro ejemplo es la nube comunitaria construida para cuatro Universidades en Rumania. Aquí, un VLE se conecta a los servicios de IaaS para permitir que los estudiantes reserven máquinas virtuales con software pre-instalado.
- Una plataforma de prueba utilizando Eucalyptus se construye para Capital Normal University de Beijing, en la que se instala AppScale a nivel de PaaS para aplicaciones de la institución.

Cada una de las implementaciones nombradas ha sido analizada con base en los componentes y dimensiones de un ecosistema e-learning, cuyos resultados se resumen en la tabla 4.

Tabla 4. Comparación de implementaciones para enseñanza práctica de TI.

Proyecto	Institución	Tecnología Servicio de Nube	Principios Pedagógicos	Contenidos	Características del eLearning
V-lab	Fulton School of Engineering	IaaS	Práctica	LMS	Conectivista
CloudIA,	Hochschule Furtwangen University	SaaS, IaaS	Práctica	LMS	Colaboración
Go-Lab	University of Twente (The Netherlands)	PaaS	Práctica	LMS	Colaboración
VccSse	UK, Romania, Spain, Greece, Poland, and Finland Universities	SaaS	Demostrar	LMS	Conductivismo
LiLa	University of Stuttgart Germany	Web	Demostrar	LMS	Conductivismo
StarHPC	Massachusetts Institute of Technology	Web	Práctica	LMS	Conectivista
RVLaas	University Sidi Mohamed Ben Abdellah	IaaS	Práctica.	LMS	Conectivista
VMD	University of Seville	Medios extraíbles	Práctica	Web	Conectivista
IBM CloudBurst	University Politehnica of Bucharest	IaaS	Práctica	LMS	Conectivista
SNAP Platform: social networking for academic purposes	Victoria University Melbourne, Australia	PaaS	Colaboración	LMS	Constructivista Conectivista
Nube privada	Universidad Española Distancia (UNED)	PaaS, IaaS	Práctica	Web	Conectivista
Nube comunitaria VLE	Cuatro Universidades en Rumania	IaaS	Práctica	Web	Conectivista
Eucalyptus	Capital Normal University, Beijing	SaaS, PaaS	Práctica	App	Conectivista

Elaborada por el autor.

Además, dado que la nube, mediante su modelo infraestructura como servicio (IaaS), no solo permite virtualizar máquinas independientes, sino también recursos de red, varias instituciones tienen la flexibilidad para diseñar clúster y redes virtuales de

computación completamente adaptados a los requisitos de las tareas de este tipo laboratorios. Así podemos mencionar:

- Yan propone Xen-based Networks Laboratory Service Cloud (NLS-Cloud), un laboratorio con una red de máquinas virtuales alojadas en una nube privada donde los estudiantes pueden configurar servidores, firewalls y switch, para aprender acerca de redes de computadoras, así, se reportó claras ventajas como fácil administración, menor costo de implementación del laboratorio, mayor accesibilidad y disponibilidad (Yan, 2011).
- Otra infraestructura con laboratorios virtuales, construidos de forma flexible con servicios de nube, donde se configura clústeres virtuales basados en CloudStack, para la enseñanza de programación paralela, se describe en (Zablah, Garcia-Loureiro, Gomez-Folgar, & Pena, 2012).
- Li presenta un laboratorio de telefonía IP con servidores virtuales alojados en una nube privada (Li *et al.*, 2011).
- Dos obras diferentes también describen escenarios donde las redes de computadoras basadas en la virtualización son utilizadas para cursos de redes (Rugelj, Ciglarič, Krevl, Pančur, & Brodnik, 2012)

Por otra parte, profesionales en ciencias de la computación utilizan entornos basados en el modelo plataforma como servicio de nube (PaaS) como Google App Engine o Windows Azure para sus tareas, debido a la conveniencia de emplear un entorno de desarrollo listo para su uso. Ejemplos de implementaciones que utilizan PaaS son:

- Hollingsworth & Powell describen la experiencia en un curso de programación, donde los estudiantes usan la plataforma de Google App Engine para desarrollar aplicaciones y servlets (Hollingsworth & Powell, 2010).

- En otro trabajo, los autores evalúan el rendimiento de los alumnos, así, utilizan tres entornos de desarrollo diferente en un curso de redes. Aquí se compara el uso de un entorno tradicional donde los estudiantes tenían que configurar desde cero (Eclipse, Tomcat), un segundo entorno con una red basada en EC2 donde los estudiantes solo tenían que instalar Tomcat, y un tercer entorno basado en Google App Engine. Los resultados del experimento mostraron que un entorno más pre-configurado mantiene la atención de los estudiantes y les hace ahorrar tiempo, pero esto no conduce necesariamente a aumentar el tiempo de aprendizaje y una mejora de su promedio (Vaquero, 2011).

A medida que el LMS ha evolucionado tanto conceptual como técnicamente, se han implementado varias plataformas y ha surgido un aluvión de siglas, hábitats y ambientes, los más conocidos son los siguientes: Entorno de Aprendizaje Virtual, Entorno Personal de Aprendizaje, Plataforma de Aprendizaje, Ecosistema de Aprendizaje, y Nube social para Aprendizaje. La flexibilidad y extensibilidad de las arquitecturas LMS permite a los desarrolladores ampliar la funcionalidad del sistema con plug-ins perfectamente integrado en las aplicaciones basadas en la nube, como Google Docs, Twitter, Facebook y Delicious.

La mejora en la arquitectura de los LMS puede maximizar la oportunidad para que los estudiantes participen y colaboren en un entorno social y computación en la nube. Los estudiantes de educación superior han venido optando cada vez más por aplicaciones en la nube (Brown, 2009), y esta tendencia ha continuado obteniendo beneficios económicos y pedagógicos.

Los MOOC se publican en plataformas que se denominan MOOEP (Plataforma de Educación Masiva Abierta en Línea). En el año 2012, se vio el rápido desarrollo y expansión de varias MOOEP como Canvas, ClassToGo, Coursera, Edx, NPTEL, Udacity, y muchos otros.

En un estudio realizado por (Subbian, 2013) en la plataforma de Coursera, se obtuvo una clasificación basada en STEM de los cursos, como se puede ver en la tabla 5, alrededor del 60% de los cursos están relacionados con alguna de las disciplinas STEM

En este trabajo, los MOOC no son vistos como un reemplazo o amenaza a los cursos presenciales, pero sí son un complemento a la educación formal.

Tabla 5. Clasificación de MOOC según STEM

Categoría	% de Cursos	
Ciencias	39.9%	61.5%
Tecnología	8.9%	
Ingeniería	9.4%	
Matemáticas	3.3%	
Otros	38.5%	

Fuente: Coursera. Febrero 2012

Otras implementaciones encontradas en la literatura son:

- Para dotar potencia de cálculo que algunas aplicaciones educativas requieren y que son difíciles o imposibles de ejecutarse en computadores de propiedad de los estudiantes o en los servidores de la institución. Chine demuestra dotando a los estudiantes herramientas matemáticas y estadísticas como Scilab y R, a partir de la nube AWS EC2 (Chine, 2010).
- Las fortalezas de la computación en la nube también se muestran en un trabajo, donde se apoya escenarios de aprendizaje de computación intensiva para estudiantes de ingeniería civil, que utilizan AutoCAD WS, una aplicación CAD comercial construido sobre Amazon EC2 y la nube S3 (Lukaric & Korin-Lustig, 2011)
- Un trabajo (Abrams, 2012) describe un laboratorio de química en la que los estudiantes comparten sus datos mediante Dropbox.

- Una aplicación científica y estadística como Scilab y R que se emplea para enseñar matemáticas y estadísticas (Chine, 2010).

Además, un número significativo de contribuciones se aprovecha de la colaboración y la comunicación integrada que se presenta en algunas de estas aplicaciones en la nube. Esto es particularmente útil para ciertas pedagogías, tales como el constructivismo o el aprendizaje colaborativo.

- Yang utiliza Google Docs en un proceso de aprendizaje combinado en el desarrollo de un curso de tecnología colaborativa (H. H. Yang, 2012),
- Thomas propone diferentes herramientas de colaboración en la nube para profesores (Thomas, 2011).
- Khmelevsky y Voytenko informan que estudiantes emplean servicios de la nube para programación profesional con GitHub y SourceForge.(Khmelevsky & Voytenko, 2010)
- Además, hay aplicaciones en la nube con un propósito genérico o específico en educación como Blackboard o LAMS, en esa línea, se muestra un escenario donde los estudiantes tienen acceso a una instancia de nube de Moodle.(Piovesan, Amaral, Arenhardt, & Medina, 2012)
- En (Dinita, Wilson, Winckles, Cirstea, & Jones, 2012), se describe NetLab+ un entorno informático pagado que proporciona a los estudiantes asignaciones de recursos para prácticas de redes informáticas.
- Varios estudios muestran a los estudiantes utilizando aplicaciones de simulación en la nube para aprender geometría y álgebra, o aplicaciones específicas para ver y aprender obras de arte.

Para hacer frente al modelo BYOD, en un artículo, los autores describen una implementación, donde proponen usar lo que se conoce como modelo “Traiga su

propio dispositivo” (Bring Your-Own-Device BYOD), aprovechando la virtualización y despliegue del software para desarrollar ambientes para el dictado de cursos básicos de ciencias de la computación. Este sistema se ha desplegado y evaluado, reportándose que soporta múltiples clases con cientos de estudiantes y limitado soporte personal de TI. En el estudio se describe el diseño y la gestión del sistema, y se presenta la experiencia con los estudiantes, demostrándose su efectividad para afrontar el desafío BYOD, con buenas relaciones entre costo, eficiencia y facilidad de uso. Para ello, se ha utilizado VirtualBox de Oracle como hipervisor, y sobre este se creó una imagen de máquina virtual basada en Ubuntu 12.04.3, con software como rubí, scala, Python y gcc. La distribución de la imagen de la VM se realizó usando el formato de virtualización abierta (.ova), que permite a los estudiantes importar e instalar (suponiendo VirtualBox ya instalado).

Uno de los desafíos fundamentales detrás del uso de una sola máquina virtual es gestionar los requisitos específicos de cada clase, para ello se usó un sistema de gestión de software para varias máquinas con las llamadas utilidades de gestión de paquetes de Debían (Sayler *et al.*, 2014),

Se puede argumentar que las características de colaboración integradas de ciertas herramientas en la nube son características no nativas de la computación en nube, sin embargo, la nube añade características importantes como escalabilidad, accesibilidad y alta disponibilidad que mejoran la experiencia de colaboración del usuario.

Muchas instituciones educativas han adoptado las tecnologías en línea tan bien que se han eliminado la necesidad de un aula física, convirtiéndolos en instituciones en línea.

Como se puede ver, hay varias herramientas basadas en servicios de nube que están a disposición de la educación, las herramientas más usadas caen en el modelo software como servicios SaaS.

Un número significativo de las contribuciones incluidas en este informe de revisión utilizan el modelo SaaS, sin embargo, no es todo lo que la computación en la nube

puede ofertar; en muchos casos, se pueden necesitar hacer uso de los otros modelos de servicios de la nube.

En las disciplinas de la informática, el modelo de servicio IaaS es muy útil, por ejemplo, para proporcionar a los estudiantes máquinas virtuales para la creación de entornos de redes o programación, puesto que es muy probable que los docentes sigan usando la nube para enriquecer sus laboratorios con las herramientas e infraestructuras virtuales; es muy importante que la reserva, configuración y despliegue de estos recursos informáticos sean fáciles y lo suficientemente intuitivos para un estudiante no técnico frente a estos.

Por otra parte, los estudiantes se benefician de la computación en la nube por el uso de aplicaciones adaptadas a sus necesidades y objetivos de aprendizaje, mediante software pre-instalado en las máquinas virtuales y utilizadas por los estudiantes bajo demanda.

Las instituciones educativas pueden aprovechar los ahorros de costos de la computación en nube, apoyándose en las nubes públicas o consolidar hardware en las nubes privadas. Las infraestructuras públicas pueden ser adecuadas para albergar los servicios educativos de alta calidad, como MOOC, aplicaciones m-learning, o sistemas de aprendizaje debido a la escalabilidad ilimitada, recursos virtuales y fortalezas de disponibilidad ofrecida.

En cuanto a costos, ahorros más grandes pueden lograrse si las medidas automáticas de escalabilidad se implementan, aunque esto requiere una investigación sobre métricas educativas que impulsan la escalabilidad automática, y que también son de costo limitado; además, cuestiones de interoperabilidad tendrán que ser resueltas para evitar monopolios.

La TI se aprovechará de la computación en nube usando toda clase de servicios escalables. La virtualización ayudará a minimizar el tiempo de operación, por lo que

el personal técnico puede centrarse en tareas esenciales, en lugar de los problemas de configuración.

Las ciencias de la computación y TI, son disciplinas donde el uso de la computación en nube puede ser especialmente útil en clases que requieran laboratorios de computación, provistos con sistemas operativos, redes, lenguajes de programación y más.

La educación superior puede beneficiarse del uso de entornos de aprendizaje computacionales complejos, ecosistemas, SPE o laboratorios virtuales alojados en la nube, para la enseñanza de habilidades prácticas.

Investigaciones futuras deben proporcionar mejores infraestructuras y servicios que no solo implican la eficiencia y ahorro de costes para las instituciones educativas, sino también demostrar su eficacia para mejorar el aprendizaje.

Este estudio ha analizado las aportaciones más relevantes en el uso de la computación en nube en el dominio de la educación poniendo énfasis en la enseñanza práctica de TI. La nube ofrece algunas características que pueden ser ventajosa para la educación, tales como la escalabilidad, la flexibilidad y reducción de costos. Además, en los últimos años, este tema tiene cada vez mayor importancia en la investigación como lo demuestra el gran número de publicaciones.

Podemos encontrar gran número de aplicaciones en línea existentes, tanto genéricas como específicas para la educación, sobre todo aquellos con características de colaboración integradas.

Además, como el aumento en el número de dispositivos móviles, la nube es una plataforma adecuada para m-learning, la cual proporciona servicios ubicuos, escalables, de alta capacidad de almacenamiento.

La computación en nube es notablemente un paradigma adecuado para servicios e-learning que requieren alto procesamiento de informática (por ejemplo, mundos virtuales, simulaciones o datos) o cuya demanda varía (por ejemplo, MOOC, VLE).

Aunque la fuerza impulsora de la adopción de la computación en la nube en las instituciones puede ser un ahorro de costos, interesantes casos fueron analizados, donde se soportan y mejoran los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Sin embargo, se han identificado riesgos y limitaciones. La nube plantea la preocupación por la privacidad y la seguridad, especialmente con los datos sensibles, proveedores únicos y no interoperables, problemas de rendimiento y modelos de licenciamientos no claros.

Uno de los resultados importantes de este trabajo ha sido el hecho de detectar los retos de investigación más importantes que pueden ser adelantados por los investigadores en este campo.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

El desarrollo de una gran cantidad de herramientas tecnológicas, recursos didácticos y plataformas educativas, junto con la aparición de nuevos conceptos metodológicos, mejoran notablemente los sistemas e-learning, lo cual permite el desarrollo de numerosas habilidades cognitivas, así como la adquisición y consolidación de competencias prácticas que antes solo eran posibles en laboratorios físicos de las instituciones educativas.

La metodología empleada en este trabajo de investigación siguió un procedimiento exploratorio, aplicado, correlacional y cuantitativo, que tiene como objetivo desarrollar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI. El modelo propuesto se basa en los tres modelos de servicios de la computación en la nube y se apoya de principios instructivos.

Una investigación exploratoria, como su nombre lo indica, examina o explora un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado con anterioridad. Por lo tanto, sirve para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, poco estudiados o novedosos, lo cual permite identificar conceptos o variables promisorias, e incluso identificar relaciones potenciales entre ellas (Cazau, 2006).

La investigación utilizada es aplicada, así, que busca o perfecciona recursos de aplicación y utilidad del conocimiento obtenido mediante la investigación teórica. En otras palabras, se trata aquí de investigar las maneras en que el saber científico producido por la investigación pura puede implementarse o aplicarse en la realidad para obtener un resultado práctico. "En las ciencias aplicadas, nos dice M. Bunge, las teorías son la base de sistemas de reglas que prescriben el curso de la acción práctica óptima" (Bunge, 1969). La investigación aplicada guarda íntima relación con la investigación básica "pues depende de los descubrimientos y avances de ella y se

enriquece con ellos. Se trata de investigaciones que se caracterizan por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos.

Se utilizó también la investigación correlacional, que tiene como finalidad medir el grado de relación que eventualmente pueda existir entre dos o más conceptos o variables. Más concretamente, buscan establecer si hay o no una correlación, de qué tipo es y cuál es su grado o intensidad (cuán correlacionadas están). En otros términos, los estudios correlacionales pretenden ver cómo se relacionan o vinculan diversos fenómenos entre sí (Dr. Roberto Hernández Sampieri, 2014) (Cazau, 2006).

La metodología se realizó desde un enfoque activo y dinámico, donde se integró características del enfoque cuantitativo, basada en principios instructivos, así, se prioriza el aprendizaje basado en problemas y resolución de tareas. Los resultados han mostrado valores satisfactorios sobre rendimiento académicos, así como en el cumplimiento de los pilares educativos.

3.1. Hipótesis

Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres servicios de computación en la nube, cumplirá con los pilares educativos.

3.1.1 Hipótesis específicas

- La aplicación de la plataforma como servicio de la computación en la nube (PaaS), en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, influye en el pilar educativo “aprender a conocer”.
- La aplicación de la infraestructura como servicio de la computación en la nube (IaaS), en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, influye en el pilar educativo “aprender a hacer” .

- La aplicación de la plataforma como servicio de la computación en la nube (PaaS), en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, influye en el pilar educativo “aprender a ser”.
- La aplicación del software como servicio de la computación en la nube (SaaS), en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, influye en el pilar educativo “aprender a vivir”.

3.2. Identificación de Variables

3.2.1 Variable Independiente

Modelo de implementación de ecosistemas de nube social, para enseñanza práctica de TI, basado en los tres modelos de servicios de computación en la nube

3.2.2 Variable Dependiente

Pilares educativos.

3.3. Operacionalización de variables

Variable	Tipo de Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Descripción del Indicador
Modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres modelos de servicios de la computación en la nube	Independiente	El modelo de implementación de ecosistemas describe cómo se relacionan e interactúan los distintos componentes para lograr un objetivo (Educación)	Tecnología	Modelos de servicios de nube	Forma como la nube permite usar las herramientas tecnológicas
			Pedagogía	Principios instructivos de Merrill	Basado en la resolución de problemas y realización de tareas
			Contenidos	Carrera de TI	Conocimiento de tecnológica de información
Pilares educativos	Dependiente	Los pilares educativos miden el grado empoderamiento del estudiante de conocimientos y habilidades necesarias para poder resolver problemas de tecnología de información, útil a la sociedad.	“aprender a hacer tareas de TI.”	-Cantidad de problemas TI resueltos -Estilo de aprendizaje pragmático	Cantidad de tareas de TI realizadas
			“aprender a conocer contenidos de TI”	-Resultados de aprendizaje -Estilo de aprendizaje teórico	Calificaciones obtenidas y número de certificaciones
			“aprender a ser persona” solucionar problemas útiles a la sociedad.	-Número de tareas de completadas. -Estilo de aprendizaje teórico activo	Se analiza el grado en compromiso y entrega del participante
			“aprender a vivir con y para la sociedad”	Test CHAEA: Estilo de aprendizaje reflexivo. Desempeño profesional	Integrar y compartir nuevas habilidades en la vida diaria

3.4. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variabes	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera la aplicación de un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres servicios de computación en la nube, permitirá cumplir con los pilares educativos?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Desarrollar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres modelos de servicios de computación en la nube, con la finalidad de cumplir con los pilares educativos.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>H1 Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres modelos de servicios de computación en la nube, permitirá cumplir con los pilares educativos.</p> <p>H0 Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres modelos de servicios de computación en la nube, no cumplirá con los pilares educativos.</p>	<p>Independiente</p> <p>Modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres modelos de servicios de la computación en la nube</p> <p>Dependiente</p> <p>Pilares educativos</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Exploratoria</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>Correlacional</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Transversal</p> <p>Longitudinal</p>

Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Población
<ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué manera un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo, infraestructura como servicio (IaaS) de la computación en la nube, influye en el pilar educativo “aprender a hacer”? • ¿De qué manera un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo, plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, influye en los pilares 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar cómo se cumple con el pilar educativo “aprender a hacer”, mediante la utilización del modelo, infraestructura como servicio (IaaS) de computación en la nube, en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI. • Determinar cómo se cumple con los pilares educativos “aprender a conocer” y “aprender a ser”, 	<ul style="list-style-type: none"> • H11 Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo, plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir con el pilar educativo “aprender a conocer”. • H10 Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo, plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, no permitirá cumplir con el pilar educativo “aprender a conocer”. • H21 Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo, plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir con el pilar educativo “aprender a ser”. • H20 Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de 	<p>40 docentes de 4 Universidades del Ecuador</p> <p>140 exámenes de certificación, en Pearson VUE</p> <p>106 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (78 utilizando el ecosistema de nube social y 28 con enseñanza tradicional en laboratorios de la institución)</p>

<p>educativos “aprender a conocer” y “aprender a ser”?</p> <p>• ¿De qué manera un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo, software como servicio (SaaS) de la computación en la nube, influye en el pilar educativo “aprender a vivir”?</p>	<p>mediante la utilización del modelo, plataforma como servicio (PaaS), de la computación en la nube en un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI”.</p> <p>• Determinar cómo se cumple con el pilar educativo “aprender a vivir mediante la utilización del modelo software como servicio (SaaS) de la computación en la nube, en un ecosistema de nube</p>	<p>TI, basado en el modelo, plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, no permitirá cumplir con el pilar educativo “aprender a ser”.</p> <p>• H31. Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo infraestructura como servicio (IaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a hacer”</p> <p>• H30. Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo infraestructura como servicio (IaaS) de la computación en la nube, no permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a hacer”</p> <p>• H41.- Utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo software como servicio (SaaS) de la computación en la nube permitirá, cumplir con el pilar educativo “aprender a vivir”.</p>		<p>Muestra</p> <p>100% de la población</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</p> <p>Recolección de información</p> <p>Técnica de la encuesta</p> <p>Test CHAEA.</p> <p>Resultados de Aprendizaje</p>
---	--	---	--	--

	social para enseñanza práctica de TI.	• H40 .- Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo software como servicio (SaaS) de la computación en la nube, no permitirá cumplir con el pilar educativo “aprender a vivir”.		
--	---------------------------------------	---	--	--

Elaborada por el autor

3.5. Método de investigación

1. Estudio del estado del arte. - Se estudió ecosistemas, herramientas, implementaciones, plataformas e infraestructuras que aportan a la educación en línea de tecnologías de información. También se investigó modelos de implementación, adopción y uso de la computación en la nube y de redes sociales, así como modelos instructivos, pilares educativos y estilos de aprendizaje.

La búsqueda bibliográfica se realizó en dos etapas.

En la primera etapa, se realizó búsquedas de artículos empíricos en bases de datos electrónicas utilizando palabras clave del tema en cuestión, como por ejemplo ecosistemas e-learning, MOOC, computación en la nube, etc. En la segunda fase, se analizó las referencias que se citaron en los artículos anteriores. Las bases de datos electrónicas utilizadas para la búsqueda en la literatura incluyen ACM, IEEE, EBSCO, SPRINGER, etc.

Al finalizar el proceso de filtrado, varios artículos fueron elegibles para su revisión, aunque se hicieron esfuerzos para incluir el mayor número de artículos relevantes como sea posible.

2. Descripción del contexto del problema. - En el campo de las ciencias de la computación, las universidades no han logrado transmitir experiencia práctica a sus estudiantes por diversas razones, como la falta de laboratorios por escaso presupuesto o falta infraestructuras tecnológicas de aprendizaje en línea. Los LMS, redes sociales y MOOC son tecnologías que ayudan a la educación en línea, pero solo transmiten conocimiento teórico y no brindan escenarios de práctica que requieren ciertas áreas de las ciencias de computación. Para la enseñanza práctica de TI, como sistemas operativos, servidores y redes, se necesita contar con laboratorios equipados con varios recursos como computadoras, servidores, software y elementos de red, para lo cual se requiere una gran inversión y esfuerzo en la implantación, configuración, administración y mantenimiento para los diversos escenarios que cada clase de TI necesita. En un escenario típico de la universidad, los laboratorios y los servidores

atienden solamente a estudiantes matriculados en su institución, y son subutilizados cuando las clases terminan, especialmente en durante la noche y en periodos de vacaciones; y, por otro lado, estos laboratorios tienen alta demanda en ciertos periodos como en la realización de cursos, eventos especiales o al final de un semestre. Es este entorno, la computación en la nube, dotando sus modelos de infraestructura como servicios (IaaS), plataforma como servicio (PaS) y software como servicio (SaS), juega un papel importante para poder alojar recursos virtuales para la creación de escenarios adecuados para la enseñanza práctica de TI. Con el objetivo de que esa nube esté al servicio de toda la sociedad y sea verdaderamente social, en el campo de la educación podemos entregar capacitación práctica en TI valiéndonos de ecosistemas de nube, que permiten atender a toda la sociedad mediante la masividad, apertura y acceso en línea ubicuo a través de internet. Sin embargo, la implementación de estos ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI no es tarea fácil, pues requieren un modelo que guíe su implementación.

3. Para seleccionar y clasificar las distintas herramientas tecnológicas de los modelos de servicios de la computación en la nube, se utilizó los contenidos de un programa de certificación internacional en el campo de las TI de la empresa Hewlett Packard (HP), en el que participaron 40 docentes de cuatro universidades de Ecuador, que luego de la capacitación en línea fueron evaluados y certificados por la empresa Certiport de Pearson VUE.
4. Por el contexto del problema, y con base en la experiencia de capacitación, se propone un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres modelos de servicios de la computación en la nube como tecnología, al modelo TPACK y la realización de tareas, así como la resolución de problemas, como principio instructivo o pedagógico.

5. Para probar el modelo propuesto, se plantea una arquitectura y un marco tecnológico para la implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, que integra los tres servicios de la computación en la nube.
6. Con base en el marco tecnológico, se implementa el ecosistema de nube social, en donde se publica y desarrolla un curso sobre sistemas operativos.
7. Se obtienen los resultados y, mediante análisis estadístico, se comprueba la hipótesis general y las hipótesis específicas sobre el cumplimiento de los pilares educativos.
8. Estos aportes y resultados fueron publicados en varios en congresos y revistas indexadas con factor de impacto SJR y JCR, para finalmente redactar el presente documento de tesis doctoral.

3.5.1 Tipo y Diseño de la Investigación

La presente investigación es de tipo exploratoria y aplicada, y su diseño es correlacional, cuantitativo, transversal y longitudinal, el investigador interviene en el proceso controlado y los datos son medidos en varias ocasiones; el análisis estadístico describe o estima parámetros en la población de estudio a partir de una muestra.

Además de explorar situaciones poco estudiadas, se relaciona y compara y las principales modalidades de formación o de cambio de un fenómeno para avanzar en la solución de los problemas que se presentan; así mismo, procura determinar las características del fenómeno en una determinada circunstancia tempo-espacial.

El diseño de investigación corresponde al correlacional, cuyo propósito y utilidad es conocer cómo se comporta una variable, conociendo el comportamiento de otra variable relacionada, es decir, intentar predecir el comportamiento que tendrá un grupo de individuos en una variable, a partir del valor que tienen en la variable o variables relacionadas.

El estudio es de nivel aplicativo, tipo cuantitativo, método transversal pues permite presentar los datos tal como se presenta en un tiempo y espacio determinado, y también longitudinal, pues se analiza la situación antes y después de ser aplicado el modelo.

3.5.2 Unidad de Análisis

Para utilizar el modelo de nube social para enseñanza práctica de TI, se definió como unidad definida de investigación a los estudiantes y profesores de informática y computación de cuatro universidades de tres regiones de Ecuador, como la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la Universidad Nacional de Chimborazo, la Universidad Estatal Amazónica y la Universidad Técnica de Babahoyo, en donde se toman los resultados enmarcados en el programa de certificación de Hewlett Packard.

3.5.3 Población de Estudio

Definida la unidad de estudio, la población se establece con base en dos etapas: la primera, para proponer el modelo, se establece como población 40 docentes de cuatro universidades de Ecuador ubicadas en tres regiones de Ecuador, como sierra, costa y oriente; la segunda, para comprobar el modelo de implementación, intervinieron 106 estudiantes inscritos en un curso en línea, de los cuales, en marzo de 2017, de 78 estudiantes ya se tenía resultados, por haber finalizado el curso; la mayoría de los estudiantes pertenecen a las carreras de informática y electrónica de las universidades de la unidad de análisis.

En ambos casos, se utilizó grupo control, en el primer caso de 29 y en el segundo de 28 estudiantes, quienes se capacitaron, en el mismo programa de HP, de forma tradicional mediante la capacitación en un laboratorio físico de la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

3.5.4 Tamaño de la muestra

Las muestras fueron establecidas con base en limitaciones de recursos, en el primer caso por el número de baucher de capacitación que cedió de forma gratuita el programa de certificación HP-ATA; y, en el segundo caso, por la limitación del número de servidores utilizados en el ecosistema y en los equipos existentes en los laboratorios físicos de las instituciones educativas.

3.5.5 Método PIAM para enseñanza práctica de TI

El método para la enseñanza práctica de TI se guio en los pasos que normalmente se sigue para la implementación de proyectos de TI, que lo denominamos PIAM, que contempla cuatro etapas cíclicas: Planificación, Implementación, Administración y Mantenimiento.

Figura 3. Método PIAM para aprendizaje en TI



Elaborada por el autor.

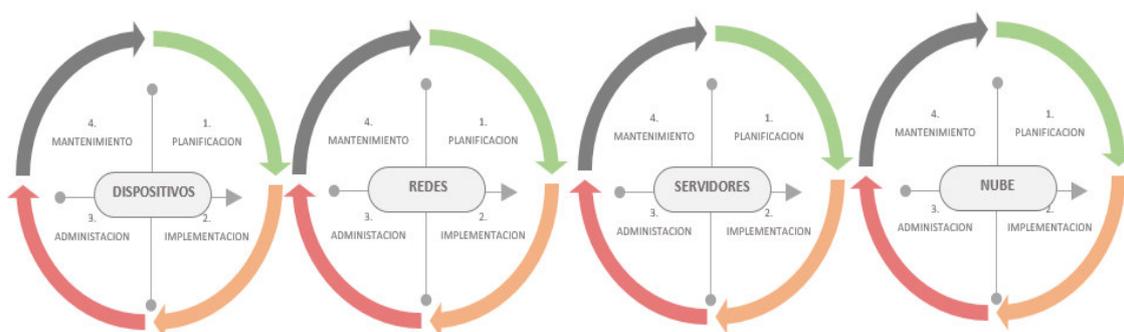
Para cada una de estas etapas del método, se estableció tareas generales, como se muestra en la figura 3. Cada tarea implica resolver problemas reales de tecnología de información. Entre las tareas destacamos las siguientes:

- Explicación e identificación de tecnologías
- Planificación y diseño de soluciones
- Instalación, configuración y actualización de tecnologías
- Resolución de problemas
- Reparación y reemplazo de soluciones
- Administración y operación de tecnologías

Cada una de estas tareas requiere el uso de equipos físicos como servidores, estaciones de trabajo y elementos activos de red como switch y router.

Los contenidos del programa de capacitación cubren cuatro áreas de conocimiento en TI, como Dispositivos (computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes), Redes, Servidores & Almacenamiento y Computación en la Nube, como se ve en la figura 4.

Figura 4. Etapas del programa de capacitación



Elaborada por el autor.

3.6. Técnicas

ETAPA 1.- Para establecer las herramientas de los servicios de computación en la nube y la utilidad de los recursos virtuales para la enseñanza práctica de TI, se realizó un

análisis estadístico de los resultados de aprendizaje y certificaciones del grupo control y del grupo experimental.

Se capacitó, en el programa de HP-ATA, a un grupo de control de forma presencial con equipos físicos de un laboratorio de la universidad; y, a un grupo experimental mediante el ecosistema de nube social.

Para detectar la presencia de datos atípicos en los datos, se utilizó diagramas de cajas o box-plot, debido a la presencia de datos atípicos, se utilizó la mediana y la moda como parámetros más adecuados para el análisis.

Para comprobar los supuestos de normalidad de los datos, se utilizó los test de Kolmogoriv-Smirnov y Shapiro-Wilk.

En los casos en que los datos no cumplen con supuestos de normalidad, no se puede utilizar pruebas paramétricas, por tal razón se utilizó pruebas no paramétricas como la denominada U de Mann Whitney, que permite identificar diferencias entre dos poblaciones basadas en el análisis de dos muestras pequeñas, extraídas de manera independiente.

También se utilizó, según el caso, las pruebas estadísticas chi-cuadrado y t de Student.

Además, para medir los estilos de aprendizaje, se empleó el test CHAEA.

ETAPA 2.- Para comprobar el modelo en base a las hipótesis, se trabajó con dos grupos de estudiantes.

Para validar el ecosistemas nube social para la enseñanza de habilidades prácticas de TI, se siguió las siguientes fases: (i) Se planteó la hipótesis general y las hipótesis específicas; ii) Se utilizó el ecosistema de nube social mediante la publicación de un curso de sistemas operativos correspondiente al quinto semestre de los estudios de ingeniería de sistemas de la Escuela Politécnica de Chimborazo (octubre de 2016 a marzo de 2017); (iii) Se

obtuvieron datos de los resultados de aprendizaje y estilos de aprendizaje; (iv) Se analizan los resultados.

Para verificar la normalidad de los datos se aplicó el estadístico t de student's con un nivel de error del 5%,

Para evaluar los estilos de aprendizaje, se usó el cuestionario Honey-Alonso CHAEA (Alonso García & Gallego Gil, 2006). El cuestionario se compone de 80 declaraciones evaluadas en una escala dicotómica de acuerdo y desacuerdo, que proporciona información sobre el predominio de un estilo de aprendizaje definido, como reflexivo, teórico, activo o pragmático, a través del número de respuestas positivas. La prueba CHAEA, según sus autores, es un instrumento satisfactorio para el diagnóstico de las preferencias de aprendizaje de cada estudiante.

También se utilizó como técnica la encuesta. Los datos de la encuesta fueron evaluados utilizando una escala de Likert y se aplicó el método estadístico Chi-cuadrado.

CAPÍTULO IV: MODELO DE NUBE SOCIAL PARA ENSEÑANZA PRÁCTICA DE TI.

En este capítulo se presenta un modelo de implementación de nube social para enseñanza práctica de TI. La propuesta relaciona e interactúa cada uno de los componentes y dimensiones que definen a los ecosistemas e-learning mediante el modelo TPACK (Koehler & Mishra, 2009), (Fisser *et al.*, 2015), (Archambault & Barnett, 2010).

El TPACK²² da respuesta al creciente interés de integrar la tecnología al servicio de los procesos formativos, lo cual genera una serie de interrelaciones e interacciones entre las tres fuentes primarias de conocimiento. El modelo sugiere que los docentes deben poseer un conocimiento tecnológico sobre cómo funcionan las TIC y las formas de utilizarlas, un conocimiento pedagógico respecto a cómo enseñar eficazmente, y un conocimiento sobre los contenidos a enseñar.

Para cada una de las dimensiones que configuran el componente de servicios tecnológicos y programas de e-learning de un ecosistema (componente abiótico) (Arregui *et al.*, 2013), (García *et al.*, 2015), con base en el modelo TPACK se ha definido la tecnología y la pedagogía adecuada para la enseñanza de contenidos con práctica de tecnología de información en línea, con el propósito de entregar a la sociedad digital una educación masiva, ubicua, sin barreras tecnológicas y con una formación de excelencia que se refleja en el cumplimiento de los pilares educativos (Delors, 1996), (Tedesco, 2007).

²² <http://www.tpack.org/>

Las redes sociales y la computación en la nube son tecnologías que están influenciando la educación por su adopción y uso (Behrend *et al.*, 2011), dando lugar a un nuevo ecosistema denominado “nube social” (Chard *et al.*, 2010).

El modelo de implementación de nube social sienta raíces en el uso de varias herramientas tecnológicas, apoyado de bases didácticas para la entrega de contenidos apropiados para la formación de las personas al servicio de la sociedad.

4.1. Modelo de implementación de nube social para enseñanza práctica de TI

Con base en conceptos, teorías y experiencias de investigadores e instituciones, la revisión de la literatura sugiere incorporar en los nuevos ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI; las dimensiones que se presentan en la tabla 6.

Como dimensión pedagógica para enseñanza práctica de TI, se ha seleccionado los principios instructivos, propuestos por David Merrill (David Merrill, 2009), (Merrill *et al.*, 2007), (Merrill, 2013), basado en la resolución de problemas y realización de tareas, que tiene los siguientes principios:

- Demostración
- Aplicación
- Integración
- Activación

Como dimensión tecnológica para enseñanza práctica de TI. Se ha seleccionado varias herramientas para cada uno de los modelos de servicios de nube:

- Para el modelo plataforma como servicio (PaaS): LMS, xMOOC, gestores de contenidos (Archivos: Videos, libros electrónicos, etc.), escenarios virtuales, despliegue de servicios, plataformas de certificación y evaluación.

Tabla 6. Componentes y dimensiones de un ecosistema de nube social para prácticas de TI.

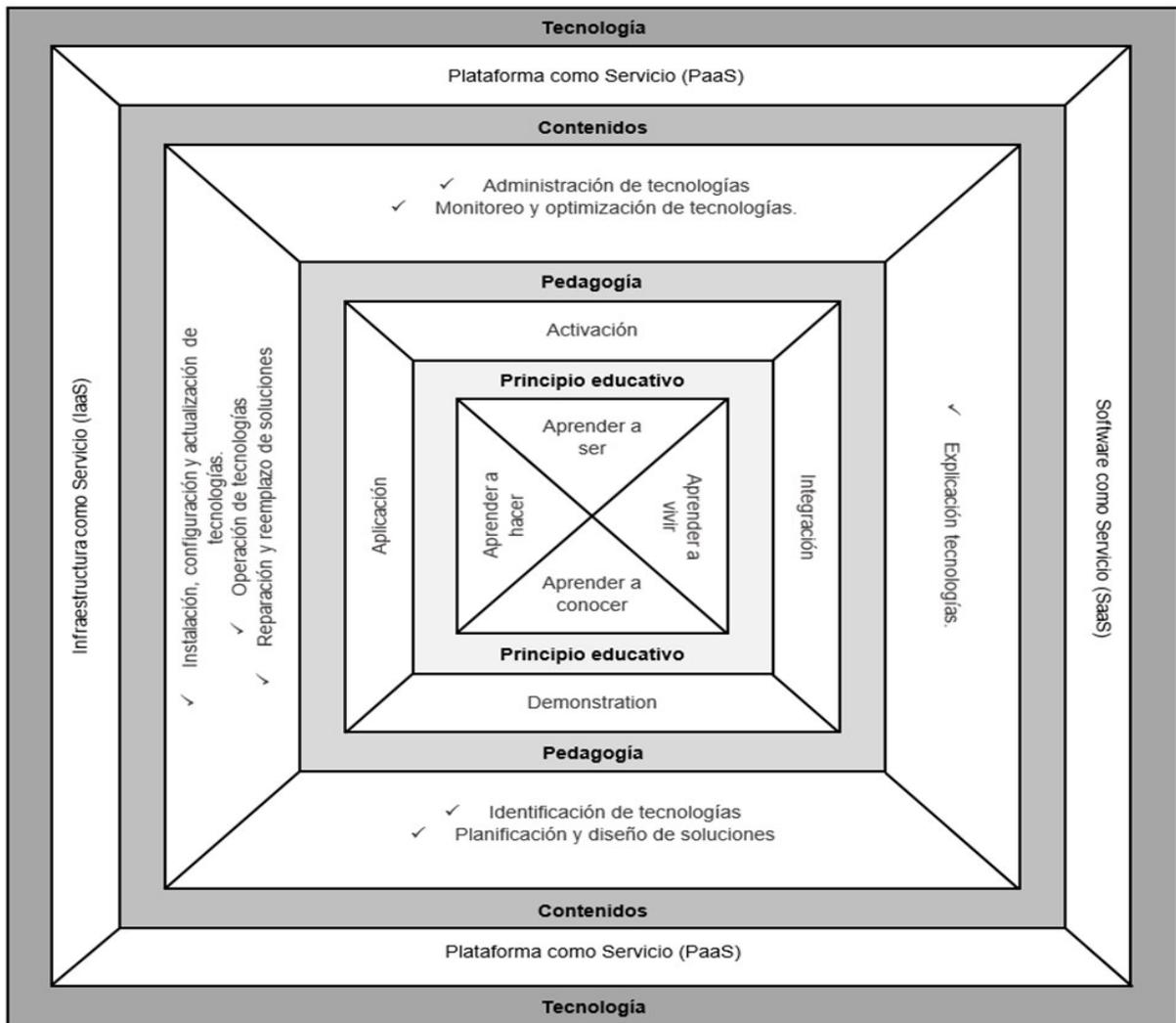
COMPONENTES Y DIMENSIONES DE UN ECOSISTEMA DE NUBE SOCIAL					
Actores (bio-diversidad)	Los servicios tecnológicos y programas de e-learning (especies)				Resultados (hábitat)
	Pedagogía (Resolución de problemas)	Contenidos (Tareas)	Tecnología		Pilar educativo
			Recursos tecnológicos	Servicios de nube	
Comunidad de aprendizaje (profesores, estudiantes, sociedad)	DEMOSTRACIÓN	Identificar Conocer Planificar Diseñar	-LMS -xMOOCs -Gestores de contenidos (Archivos: Videos, libros electrónicos)	PaaS	APRENDER A CONOCER
	APLICACIÓN	Instalar Configurar Actualizar. Operar Reparar	-Máquinas Virtuales -Laboratorios Virtuales -Redes de computación. -Servicios Web -Escritorios Virtuales	IaaS	APRENDER HACER
	INTEGRACIÓN	Explicar Compartir Colaborar	-cMOOCs. -Gestores de contenido -Redes Sociales -Foros, Chats	SaaS	APRENDER A VIVIR
	ACTIVACIÓN	Administrar Monitorear Optimizar Evaluar	-Escenarios Virtuales -Despliegue de servicios -Plataformas de certificación	PaaS	APRENDER A SER

Elaborada por el autor

- Para el modelo infraestructura como servicio (IaaS): máquinas virtuales, laboratorios virtuales, redes de computación, servicios web, escritorios virtuales.
- Para el modelo software como servicio (SaaS): cMOOC, Gestores de contenido, redes sociales, foros, chats.

Estas dimensiones están interrelacionadas entre sí y sientan las bases para generar un resultado educativo, reflejado en el cumplimiento de los pilares educativos. La relación entre las dimensiones del ecosistema de nube social se indica en la figura 5.

Figura 5. Componentes y dimensiones de un ecosistema de nube social

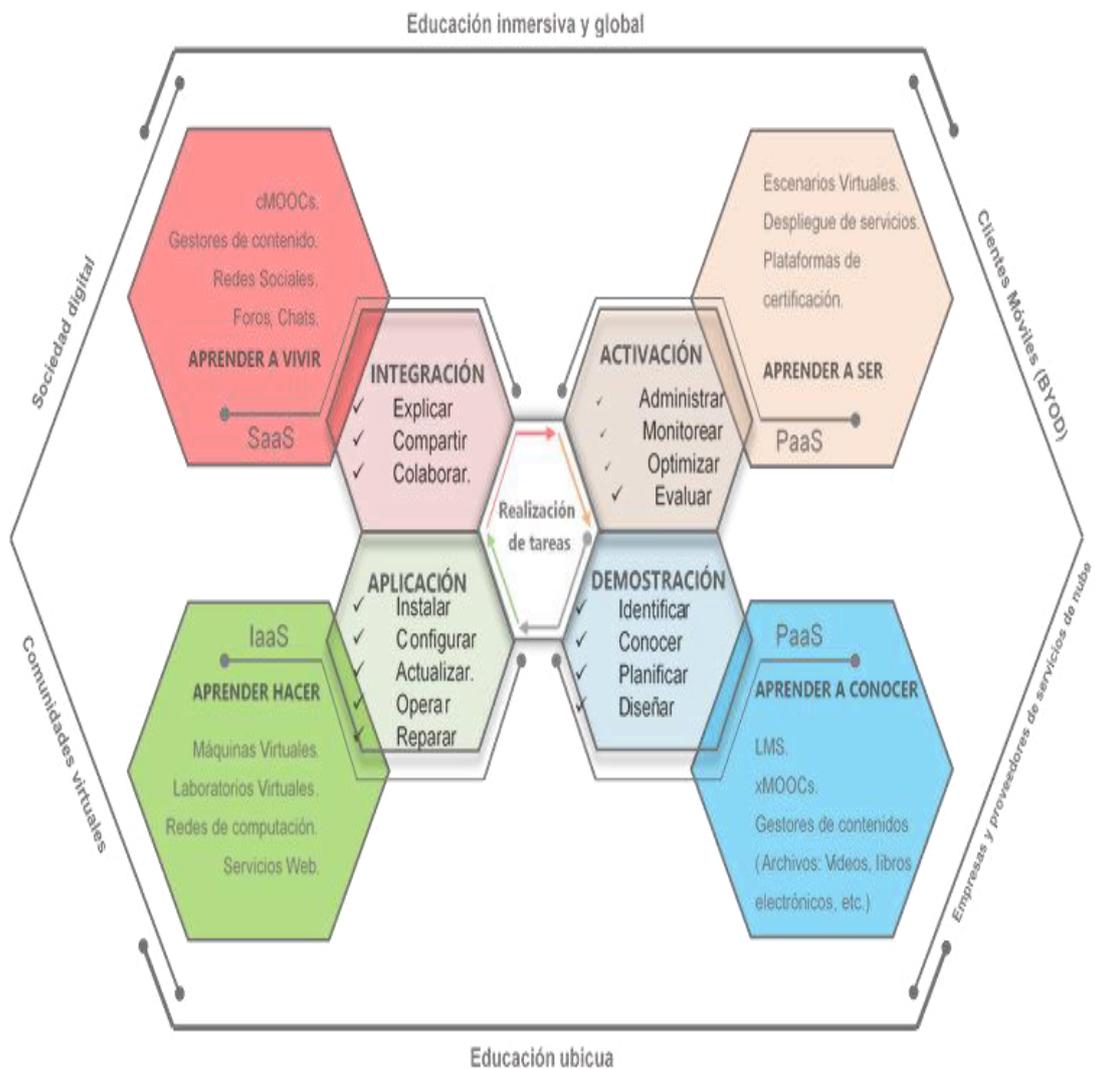


Elaborada por el autor

Con estas relaciones entre componentes y dimensiones de un ecosistema e-learning, se propone el modelo de nube social para enseñanza práctica de TI, que establece como

soporte a las herramientas tecnológicas de cada modelo de servicio de computación en la nube, apoyado de una pedagogía para la enseñanza de contenidos de TI, con el fin de cumplir con cada uno de los pilares educativos, tal como se demuestra en la figura 6.

Figura 6. Propuesta: Modelo de nube social para enseñanza práctica de TI



Elaborada por el autor

Las herramientas tecnológicas de cada modelo de servicio de nube soportan el cumplimiento de un pilar educativo en particular:

- El modelo PaaS permite cumplir con el pilar educativo aprender a conocer y el pilar educativo aprender a ser.
- El modelo IaaS permite cumplir con los pilares educativos aprender a hacer.
- El modelo SaaS permite cumplir con los pilares educativos aprender a vivir juntos o aprender a convivir.

Las herramientas de cada uno de los modelos de la computación en la nube es un soporte tecnológico importante en la formación del estudiante, si uno de estos modelos no está presente, no se cumpliría con algún pilar educativo, lo cual repercute en una educación de mala calidad (Tedesco, 2007).

En el modelo se destaca la aplicación de los contenidos teóricos, plasmados en la resolución de problemas y realización de tareas para prácticas en TI, soportados por el acceso a un conjunto de recursos virtuales y herramientas en línea.

Dependiendo del problema a resolver o tarea a realizar, los contenidos se pueden publicar mediante un LMS o un xMOOC, con un conjunto de recursos (archivos, videos, páginas web) y actividades (cuestionarios, tareas, foros, libros, consultas, etc.) se promueve el trabajo colaborativo mediante cMOOC y redes sociales, y el acceso y uso de recursos virtuales se realiza mediante servicios de escritorio virtual.

Los recursos, como videos o máquinas virtuales, son producidos tanto por el profesor como por los estudiantes, pero también pueden usarse recursos disponibles en otras plataformas de nube; estos recursos son normalmente compartidos y organizados en las redes sociales, formando comunidades de aprendizaje.

El modelo logra relacionar los principios instructivos (Pedagogía) con uno de los servicios de nube (tecnología), con el fin de cubrir contenidos y prácticas de TI, y así cumplir con los pilares educativos.

El pilar educativo “aprender a conocer” (ver figura 7) se cumple al proporcionar los contenidos, conceptos, procedimientos y habilidades que el participante debe aprender, para identificar tecnologías de dispositivos, redes, servidores y computación en la nube. Es soportado mediante la demostración como principio instructivo, y utiliza el modelo de servicio de computación en la nube denominado Plataforma como Servicio, para la publicación formal de recursos como videos, archivos, diapositivas y libros electrónicos.

Figura 7. PaaS para cumplir con el pilar educativo aprender a conocer



Elaborada por el autor

El pilar educativo “aprender a hacer”, (ver figura 8), se establece al proporcionar recursos como máquinas y laboratorios virtuales para instalar, configurar, operar y actualizar tecnologías; también para reparar y reemplazar soluciones. Es soportado mediante la aplicación o práctica como principio instructivo, y utiliza el modelo de computación en la nube denominado infraestructura como servicio (IaaS); el acceso y administración de los recursos virtuales se establece mediante servicios de escritorio virtual (VDI).

Figura 8. IaaS para cumplir con el pilar educativo aprender a hacer



Elaborada por el autor

Figura 9. SaaS para cumplir con el pilar educativo aprender a vivir



Elaborada por el autor

El pilar educativo “aprender a vivir” (ver figura 9), se cumple mediante el trabajo colaborativo, utilizando redes sociales, foros y chats, y es soportado mediante la integración como principio instructivo, así mismo, utiliza el modelo de computación en la nube denominado Software como Servicio (SaaS), y puede utilizarse apps.

El pilar educativo “aprender a ser” (ver figura 10), se establece poniendo a disposición de la sociedad los conocimientos y habilidades adquiridas de los participantes; es soportado mediante la activación como principio instructivo, y utiliza el modelo de computación en la nube denominado Plataforma como Servicio (PaaS), con la publicación de recursos como exámenes, test y evaluaciones en línea.

Figura 10. SaaS para cumplir con el pilar educativo aprender a ser



Elaborada por el autor

4.2. Componentes y dimensiones del ecosistema de nube social

Los ecosistemas e-learning o también conocidos como ecosistemas digitales se presentan como el nuevo paradigma de los sistemas de educación, soportados por las TIC. Según la literatura actual, un ecosistema e-learning se configura por tres componentes que son los siguientes:

- Los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje (bio-diversidad, componente biótico)
- Los servicios tecnológicos y programas de e-learning (especies, componente abiótico)

- El entorno o las condiciones en donde se desarrolla del aprendizaje (hábitat)

Cada uno de los componentes se estructura de la siguiente manera:

- Los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje (bio-diversidad) conforman la sociedad digital, formado por comunidades virtuales de aprendizaje, las universidades, el gobierno, las empresas generadoras de tecnología, las empresas proveedoras de servicios, las empresas empleadoras, entre otros.
- Los servicios tecnológicos y programas de e-learning (especies) tienen como dimensiones a la tecnología, los principios pedagógicos y la administración de contenidos.
- El entorno de aprendizaje (hábitat), establecido por las condiciones en donde se desarrolla y se genera la educación, que tiene la influencia de la tecnología y de las comunicaciones, está marcado por la proliferación en el uso de varios dispositivos móviles (BYOD) y de las características dominantes del e-learning.

Con base en los componentes de un ecosistema digital, se estableció las tendencias actuales y los agentes en cada una de las dimensiones, para el ecosistema de nube social dirigida a la enseñanza práctica de TI:

- Para la dimensión comunidad de aprendizaje, se ha identificado como agente a la sociedad digital formado por comunidades virtuales, con actores como las universidades, los proveedores de servicios, las empresas empleadoras, las empresas certificadoras, entre otros.
- En la dimensión tecnología, se ha seleccionado como tendencia a los servicios de computación en la nube, formado por tres modelos conocidos como Software como Servicios (SaaS), Plataforma como Servicios (PaaS), e Infraestructura como Servicios (IaaS).

- En la dimensión pedagógica, se ha seleccionado a los principios instructivos de Merrill basado en la resolución de problemas y desarrollo de tareas compuestas por los principios de demostración, aplicación (práctica), integración y activación, cada uno de ellos con sus propios corolarios.
- En la dimensión contenidos de TI, se ha seleccionado como agentes a los administradores de contenidos apoyados por los cursos masivos abiertos en línea (xMOOC) y los sistemas de administración de aprendizaje (LMS), para la colaboración y compartición de recursos las redes sociales y los cMOOC; y, para el acceso a recursos virtuales, se ha seleccionado a los servicios de escritorio virtual.

Como resultado de la aplicación de los principios de instrucción, de los contenidos y de la tecnología se genera un hábitat formado por las siguientes dimensiones para el ecosistema de nube social para prácticas de TI:

- En la dimensión características dominantes del e-learning, se producen las siguientes teorías de aprendizaje: el cognitivismo (resolución de problemas), el conectivismo, el constructivismo y el conductismo.
- En la dimensión educación, se ubica a una educación inmersiva y global, educación ubicua, clientes móviles (BYOD), y una educación que cumpla con los pilares educativos.

Como se puede observar, el ecosistema tiene componentes bióticos y abióticos. En la propuesta del modelo se actúa en el componente abiótico, donde se mejora la interrelación de cada una de sus dimensiones para generar características educativas favorables como inmersión, globalización, ubicuidad y cumplimiento de los pilares educativos. En la tabla 7, se lista las tendencias y agentes para cada una de las dimensiones de un ecosistema de nube social, para prácticas de TI.

Tabla 7. Agentes de un ecosistema de nube social según sus dimensiones

Componentes	Dimensión	Agentes
Actores del proceso de enseñanza-aprendizaje (bio-diversidad)	Comunidad de aprendizaje	Sociedad digital: -Comunidades virtuales (estudiantes, profesores) -Proveedores de servicios -Empresas -Universidad -Gobierno
Los servicios tecnológicos y programas de e-learning (especies).	Tecnología	Modelos de servicios de computación en la nube: -SaaS -PaaS -IaaS
	Principios Pedagógicos (Metodologías de enseñanza)	Resolución de problemas: -Demostrar -Aplicación (Práctica) -Integración -Activación
	Contenidos	Administradores de contenidos: -xMOOCs -LMS Comunicación y colaboración: -Redes sociales -cMOOCs Acceso a recursos virtuales: -Servicios de escritorio virtual
Las condiciones del ecosistema de aprendizaje (hábitat).	Características dominantes del e-learning	Teorías del aprendizaje: -Cognitivismo -Conectivismo -Constructivismo -Conductismo
	Educación	-Educación de calidad -Educación inmersiva y global -Educación ubicua. -Movilidad (BYOD) -Pilares educativos

Elaborada por el autor

4.2.1 Dimensión: Principios pedagógicos

Uno de los temas desafiantes de la investigación es establecer el principio pedagógico para el ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, la tendencia es permitir que el estudiante sea independiente, autónomo y auto-dirigido, de acuerdo a sus propios intereses, tiempo, horario y otras situaciones significativas, participando de comunidades e interactuando entre estudiantes y profesores.

En un ecosistema de nube social, las actividades a realizar deben surgir espontáneamente durante el curso por las interacciones que ocurren entre estudiantes-profesores, estudiantes-contenidos, estudiantes-tecnología y profesores-tecnología.

Para seleccionar la pedagogía, se estudió metodologías modernas como aula invertida, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en juegos conocido como gamificación, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en el pensamiento, aprendizaje basado en competencias, entre otras.

La enseñanza práctica de TI requiere la realización de varios laboratorios y actividades, según la literatura, el principio instructivo que mejor se adapta para la enseñanza práctica de tecnología de información es el aprendizaje basado en problemas, que, partiendo de un problema concreto y real de tecnología, en lugar del modelo teórico y abstracto tradicional, mejora la capacidad de retener conocimiento por parte del alumno, así como la oportunidad de desarrollar y cumplir tareas que mejoran las habilidades prácticas.

El aprendizaje basado en problemas es un proceso de aprendizaje cíclico compuesto de varias etapas, poner en práctica esta metodología para enseñanza de TI supone la dotación de recursos virtuales, en lugar de recursos físicos, que normalmente se encuentran en los laboratorios de computación para la realización de varias tareas.

Dado que el objetivo final es siempre común y si cada uno de los actores del aprendizaje realiza sus tareas y resuelve problemas, el aprendizaje cooperativo también juega un papel importante en el ecosistema de nube social.

M. David Merrill ha propuesto un conjunto de cinco principios instruccionales prescriptivos (o “principios fundamentales”) que mejoran la calidad de la enseñanza, basado en la resolución de problemas y realización de tareas. Esos principios tienen que ver con la centralidad de la tarea, la activación, la demostración, la aplicación y la integración. En su fundamento expresa que:

- El aprendizaje se promueve cuando los alumnos se dedican a desarrollar tareas encaminadas a resolver problemas del mundo real.
- El aprendizaje se promueve cuando el conocimiento existente se activa como base para nuevos conocimientos.
- El aprendizaje se promueve cuando se le entregan nuevos conocimientos al alumno.
- El aprendizaje se promueve cuando el alumno aplica nuevos conocimientos.
- El aprendizaje se promueve cuando los nuevos conocimientos se integran en el mundo del alumno.

Los principios instructivos para la enseñanza práctica de tecnología de información, basado en sus corolarios, se explican a continuación:

Principio 1. Plantear problemas y tareas de TI

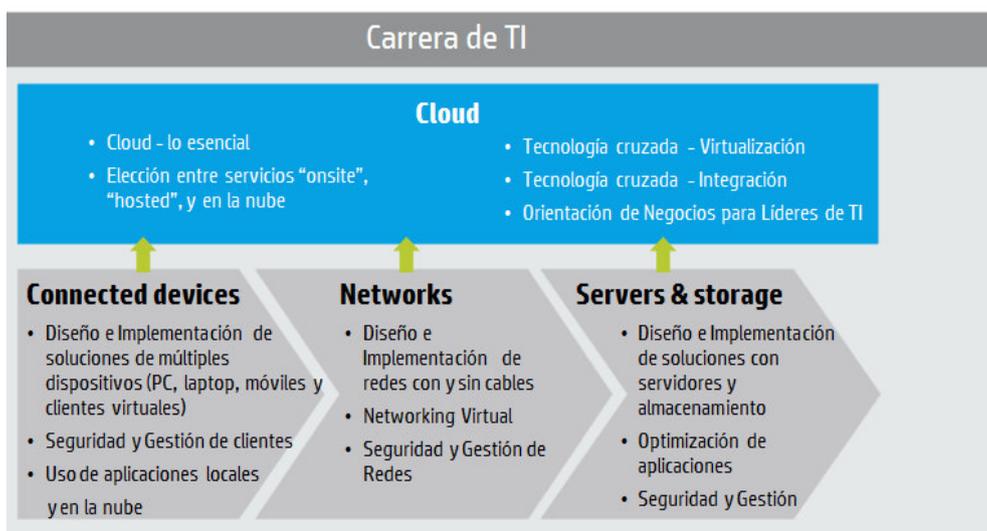
Enunciar la tarea. - Se plantea problemas y tareas de TI con base en los contenidos de cada uno de los módulos que forman la carrera de TI. Los problemas generales en tecnología de información se expresan con los siguientes verbos: identificar, conocer, planificar, diseñar, instalar, configurar, actualizar, operar, reparar, explicar, compartir, colaborar, administrar, monitorear, optimizar y evaluar.

Nivel de tarea. - Se define, en primer lugar, el problema, luego las tareas necesarias para resolver el problema; en cada tarea se definen las actividades o comúnmente denominados laboratorios, para finalmente establecer las acciones.

Progresión del problema. - Se empieza por orden de complejidad desde el módulo básico hasta el módulo avanzado. Se definió a los módulos de dispositivos, redes, servidores y almacenamiento como módulos básicos, y computación en la nube como módulo

avanzado, siendo necesario aprobar primero los módulos básicos para llegar al módulo avanzado, tal como se indica en la figura 11.

Figura 11. Niveles progresivos de los módulos de la carrera de TI



Fuente: (Hewlett-Packard, 2012)

Principio 2. Demostración

El aprendizaje se promueve cuando la instrucción demuestra lo que se debe aprender en lugar de simplemente entregar información sobre lo que se debe aprender, tiene los siguientes corolarios:

Consistencia. - Para la demostración se identifica a las clases de problemas de TI a resolver, se expresan con los siguientes verbos: identificar, conocer, planificar y diseñar. Se promueve mediante ejemplos para enseñar conceptos, demostraciones para enseñar procedimientos y presentaciones para procesos.

Orientación del alumno. - Al alumno se le orienta mediante documentos, libros electrónicos, presentaciones, guías de laboratorios y demostraciones.

Medios relevantes. - Constituyen los texto, gráficos, videos, audios y máquinas virtuales.

Principio 3. Aplicación

El aprendizaje se promueve cuando se requiere que los estudiantes apliquen sus nuevos conocimientos o habilidades para resolver problemas.

Consistencia en la práctica. - Las prácticas necesarias con recursos virtuales tiene que ver con problemas como instalar, configurar, actualizar, operar y reparar dispositivos y tecnologías.

Reducción del acompañamiento (scaffolding). - Durante la realización de las primeras tareas para resolver problemas básicos, se utiliza la retroalimentación continua, se ayuda al estudiante a detectar y corregir errores y luego se opta por una reducción gradual de la orientación, para que el estudiante tome el control y resuelva los problemas por sí mismo, sin la ayuda del profesor.

-Problemas variados. - Se deben plantear múltiples problemas de TI, de esta forma se da varias oportunidades al estudiante, para que aprenda habilidades prácticas.

Principio 4: Integración y colaboración

El aprendizaje se promueve cuando se alienta al estudiante a integrar (transferir) el nuevo conocimiento o habilidad en su vida cotidiana.

Exposición. - Mediante este corolario, el estudiante es capaz de compartir y colaborar los conocimientos y habilidades adquiridas, explicando o exponiendo a toda la comunidad de aprendizaje sus logros. Los medios normalmente son las redes sociales.

Reflexión. - Mediante este corolario, el estudiante es capaz de reflexionar sobre sus avances, defender y debatir los conocimientos o habilidades, compartir lo que ha aprendido y colaborar con otros estudiantes

Creación. - El estudiante es capaz de crear, inventar y explorar nuevas formas de resolver problema.

Principio 5. Activación

El aprendizaje se promueve cuando se activa la experiencia relevante, tiene los siguientes corolarios:

Experiencia previa. - El estudiante es capaz de explicar lo que sabe y lo que resolvió, para lo cual recuerda, relaciona, describe o aplica

Nueva experiencia. - Mediante los conocimientos adquiridos, el estudiante está en la capacidad de administrar, monitorear, optimizar y evaluar las tecnologías.

Estructura. - Significa que el estudiante resolvió los problemas integrales que tiene que ver con planificación, implementación, administración, monitoreo y mantenimiento.

Basados en los principios instructivos, con sus corolarios y directrices, y con base en los contenidos de tecnología de información y aspectos dominantes del e-learning, se establecen las principales agentes para el ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, como se resume en la tabla 8.

Los principios instructivos para enseñanza práctica de TI quedan establecidos como se indica en la figura 12; se ha detectado que la activación en TI debe ser al final del ciclo, en vista de que, al ser una enseñanza práctica, el estudiante es responsable de tener fundamentos teóricos antes de su aplicación en la vida real.

Figura 12. Principios instructivos de Merrill, adaptado para TI



Adaptado por el autor

El principio de integración es reforzado por el principio de colaboración y el principio de activación se ha ubicado como última fase.

Tabla 8. Principios instructivos de nube social para enseñanza práctica de TI.

PRINCIPIO INSTRUCTIVO	COROLARIOS	DIRECTRICES
Formulación del problema y tarea	-Enunciar problemas y tareas	Plantear problemas y tareas de TI
	-Nivel de tarea:	Problema, Tarea, Actividades y Acciones
	-Progresión del problema	Dispositivos, Redes, Servidores y almacenamiento, y; Computación en la nube
Demostración	-Consistencia con el objetivo de aprendizaje	<i>Clases de problemas de TI</i> <i>-Identificar, Conocer, Planificar y Diseñar</i> Se promueve con: -Ejemplos para conceptos -Demostraciones para procedimientos -Presentaciones para procesos -Modelos para el comportamiento
	-Orientación del alumno	Documentos, libros electrónicos, Presentaciones, guías de laboratorios Demostraciones
	-Medios relevantes	Texto, gráficos, videos, audios, máquinas Virtuales
Aplicación	-Problemas consistentes con la práctica	<i>Instalar, Configurar, Actualizar, Operar y Reparar</i>
	-Reducción del acompañamiento (scaffolding)	Retroalimentación Entrenamiento (coaching) apropiado Detección y corrección de errores Reducción gradual de la orientación.
	-Problemas variados	Resolver una secuencia de problemas de TI. Múltiples oportunidades para aprender habilidades cognitivas
Integración y Colaboración:	-Exposición	<i>Explicar, Compartir, Colaborar.</i>
	-Reflexión	Defender y debatir los conocimientos o habilidades. Compartir lo que han aprendido. Colaborar con otros estudiantes Reflexionar sobre sus avances
	-Creación	Crear, inventar y explorar nuevas formas de resolver problema Crear, Revisar, Editar, Sintetizar y Reorientar conocimientos
Activación:	-Experiencia previa	Explicar lo que se sabe Explicar lo que se resolvió Recordar, Relacionar, Describir o Aplicar
	-Nueva experiencia	
	-Estructura	Planificación, Implementación, Administración Monitoreo y mantenimiento

Fuente: Ampliado y adaptado por el autor de (David Merrill, 2009)

4.2.2 Dimensión: Contenidos

Una vez propuesto los principios de instrucción para TI, con base a los principios de instrucción de Merrill (Merrill, 2013) (Merrill *et al.*, 2007) y a los contenidos de la carrera de TI, que cubre módulos de dispositivos, redes, servidores y computación en la nube, se plantearon las siguientes tareas. (Ver anexo 1):

- Explicación de tecnologías
- Identificación de tecnologías
- Planificación y diseño de soluciones
- Diseño de soluciones
- Instalación de tecnologías
- Configuración de tecnologías
- Actualización de tecnologías
- Resolución de problemas de TI
- Reparación de tecnologías
- Reemplazo de tecnologías
- Administración y operación de tecnologías
- Operación de tecnologías

Las tareas que se deben cumplir en TI se agruparon y clasificaron de acuerdo a los principios instructivos, tal como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Tareas de TI clasificadas por problemas y principio instructivo.

PRINCIPIOS INSTRUCTIVOS	PROBLEMAS DE TI	TAREAS DE TI Obtenidos por los contenidos de la carrera de TI.
Demostración	-Identificar -Conocer -Planificar -Diseñar	-Identificación de tecnologías de TI -Planificación y diseño de soluciones de TI
Aplicación	-Instalar -Configurar -Actualizar -Operar -Reparar -Reemplazar	-Instalación de tecnologías -Configuración de tecnologías -Actualización de tecnologías -Operación de tecnologías -Reparación de soluciones -Reemplazo de soluciones
Integración y Colaboración.	-Explicar -Compartir -Colaborar	-Explicación tecnologías -Colaboración
Activación.	-Administrar -Monitorear -Optimizar -Evaluar	-Administración de tecnologías -Monitoreo y optimización de tecnologías

Fuente: Autor con base en contenidos de carrera de TI. HP-ATA

4.2.3 Dimensión: Tecnología

Una vez que se estableció las tareas de tecnología de información, para cada principio instructivo, mediante la participación en un programa de certificación en la carrera de TI, promovida por la empresa HP, 40 docentes de varias universidades de Ecuador lograron certificarse, así, sin contar con equipos físicos, se logró establecer las herramientas tecnológicas más utilizadas para cada principio instructivo.

Con base en la revisión de la literatura, cada herramienta tecnológica se clasificó y se vinculó con los modelos de servicios de la computación en la nube, estos son PaaS, IaaS y SaaS, tal como se indica en la tabla 10.

4.3. Relaciones entre las dimensiones del ecosistema de nube social

4.3.1 Relaciones de los componentes abióticos

Las relaciones entre las dimensiones del componente abiótico del ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, se indica en la figura 13, y se explica a continuación:

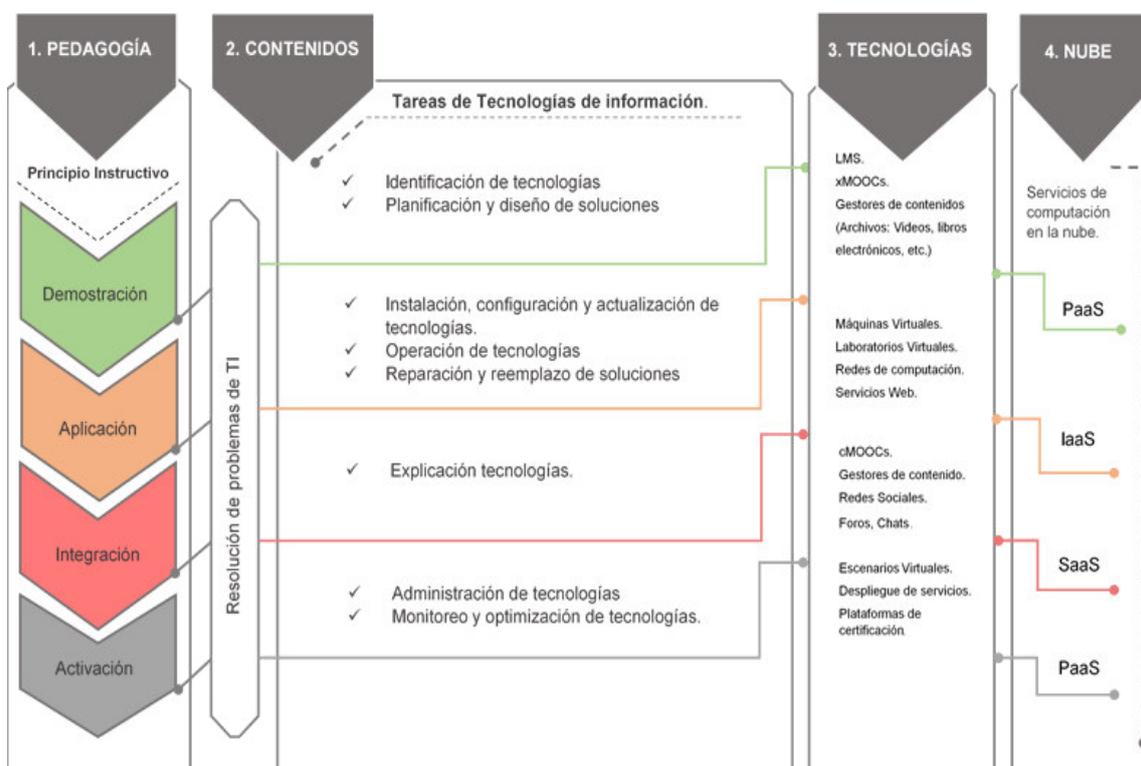
Tabla 10. Clasificación de las herramientas tecnológicas por principios instructivos y servicios de nube

PRINCIPIOS INSTRUCTIVOS	TECNOLOGÍA	SERVICIO DE NUBE
Demostración	-LMS -xMOOCs -Gestores de contenidos (Archivos: Videos, libros electrónicos, etc.)	• PaaS
Aplicación	-Máquinas Virtuales -Laboratorios Virtuales -Redes de computación -Servicios Web	• IaaS
Integración y Colaboración	-cMOOCs. -Gestores de contenido -Redes Sociales -Foros, Chats	• SaaS
Activación	-Escenarios Virtuales -Despliegue de servicios -Plataformas de certificación	• PaaS

Elaborada por el autor

1. Pedagogía. - Cada principio instructivo, según sus corolarios, se relaciona con un problema de TI, como se indica en la figura 12.
2. Contenidos. - El planteamiento del problema y las tareas de TI están en relación con los contenidos de cada uno de los módulos de la carrera de TI. (Ver anexo 1). Cada tarea de TI se relaciona con un problema y, por lo tanto, con un principio instructivo (ver tabla 9).
3. Tecnología. - Cada tarea de TI debe estar realizada con las herramientas tecnológicas y recursos virtuales adecuados, y cada una de las herramientas tecnológicas y recursos virtuales se relacionan con algún modelo de servicio de la computación en la nube.

Figura 13. Relaciones entre dimensiones del ecosistema de nube social



Elaborada por el autor.

Estas relaciones e interacciones entre los principios instructivos, los contenidos y la tecnología generan un hábitat que permite mejorar la educación, existiendo una relación directa entre el uso de los principios instruccionales con los pilares educativos (ver tabla 11).

4.3.2 Relaciones entre componentes bióticos

En el espacio de los ecosistemas de aprendizaje, las interacciones ya no solo se dan entre comunidades sociales, sino también entre el contexto socio-tecnológico, en direcciones simétricas, desencadenando cambios ahora también en las especies digitales que impactarán como un efecto boomerang en las comunidades sociales.

Tabla 11. Objetivos formativos de los principios instruccionales

PRINCIPIOS INSTRUCTIVOS	LOGROS	PILAR EDUCATIVO
Demostración	<ul style="list-style-type: none"> -Autonomía, independencia, flexibilidad y una mentalidad abierta -Autoconciencia de los procesos del propio aprendizaje -Para ello es necesario facilitarle la adquisición de ciertas estrategias cognitivas de exploración y descubrimiento -Sentido crítico -Disposición para aprender en espacios informales que rompen con los espacios tradicionales -Constancia en el aprendizaje 	Aprender a conocer
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> -Iniciativa, creatividad, dinamismo y tendencia a la innovación -Capacidad de identificar, analizar y buscar soluciones a los problemas que se le presentan -Capacidad de tomar decisiones con responsabilidad -Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica -Actitud positiva hacia la investigación y confianza en sus resultados. Esto incluye la búsqueda y el estudio de diversas fuentes -Capacidad de valorar e integrar las propias experiencias -Capacidad de comprensión y comunicación escrita y audiovisual -Capacidad de ejecutar correcta y efectivamente actividades del área propia de formación <p>Manejo de tecnologías de información y comunicación tanto para la propia formación como para desarrollar la labor profesional en cuestión</p>	Aprender a hacer
Integración y Colaboración.	<ul style="list-style-type: none"> -Sensibilidad y solidaridad frente a las necesidades de los demás, con miras a construir un espacio compartido -Capacidad de trabajo cooperativo y solidario, tanto al interior de un equipo de la misma disciplina como dentro de un equipo interdisciplinario -Ética profesional e interés por proteger el medioambiente -Disposición de instrumentalizar el propio quehacer con miras a aportar soluciones a la problemática particular del propio país, dentro del ámbito de las propias competencias y responsabilidades 	Aprender a vivir
Activación.	<ul style="list-style-type: none"> -Capacidad de autoconocimiento y autovaloración -Actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales. esto implica tolerancia y respeto por las opiniones ajenas que disienten de las propias y se revierte a su vez en valores de convivencia y paz -Capacidad de autoobservación y de autoevaluación -Disfrute de la vida y apreciación del arte y la cultura 	Aprender a ser

Elaborada por el autor

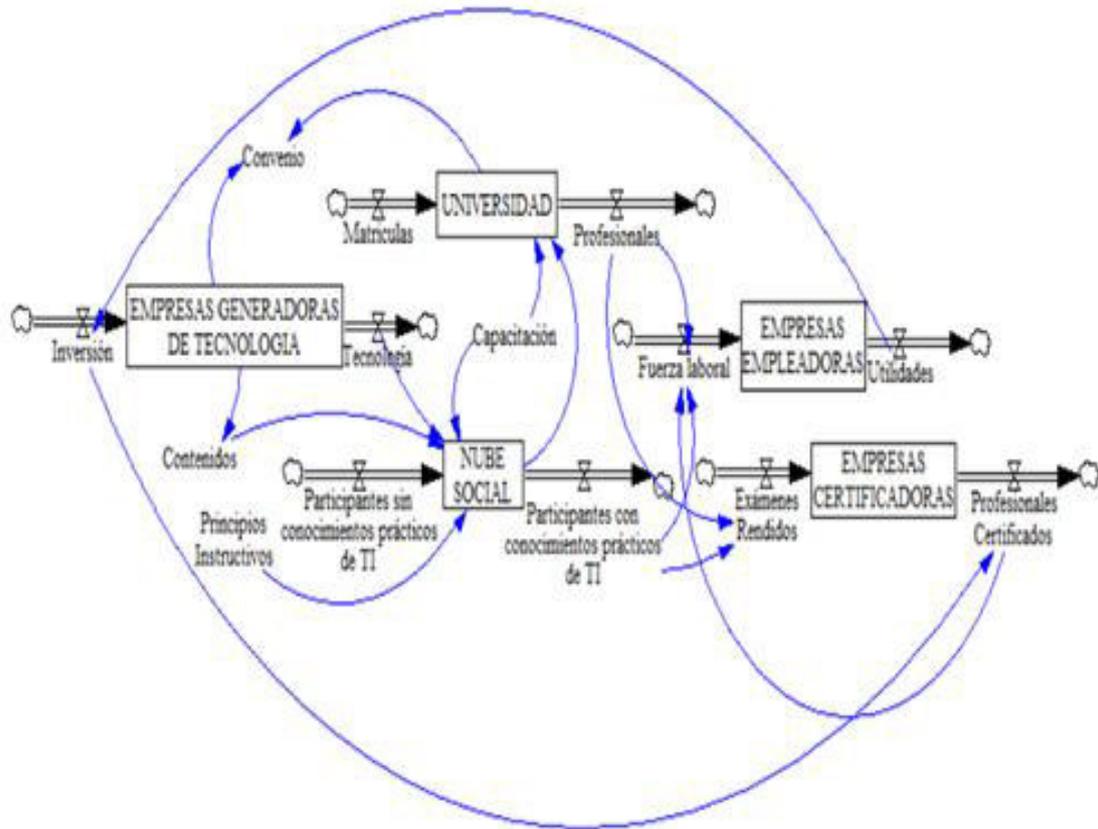
En este apartado se presenta una descripción concreta y minuciosa de las diferentes interacciones que se pueden dar en un ecosistema de nube social, entre todos sus componentes y contexto social, como se representa en la figura 14.

La experiencia práctica de nube social plantea un conjunto de interrelaciones en las que intervienen la universidad, empresas generadoras de tecnología, empresas empleadoras y empresas certificadoras. Las empresas generadoras de tecnología, mediante alianza estratégica o convenio con las universidades, capacitan a estudiantes que se matriculan en un curso de TI. La capacitación se realiza con la ayuda de la plataforma de nube social, en donde se publican las tareas con ayuda de los principios instructivos y la tecnología adecuada.

El participante que no tiene conocimientos prácticos de TI los adquiere en la plataforma de nube social. Una vez que adquiere los conocimientos y las habilidades prácticas, rinde un examen de certificación en un centro autorizado, convirtiéndose en un profesional certificado. El certificado es avalado por la universidad y reconocido por las empresas empleadoras. El participante que consiguió empleo y se enroló en la empresa empleadora sugiere la compra de software o hardware que él conoce. La empresa empleadora adquiere la tecnología, convirtiéndose en una inversión para generar nuevas tecnologías.

De esta forma se genera una interrelación simbiótica entre cada uno de los componentes y dimensiones del ecosistema, generándose un modelo viable y al mismo tiempo se mitiga algunos problemas detectados en los MOOC, como la gratuidad, la certificación y el modelo de negocio.

Figura 14. Interrelaciones de ecosistema de nube social



Elaborada por el autor

CAPÍTULO V: VALIDACION Y RESULTADOS

Para validar el modelo de nube social para enseñanza práctica de TI, se siguió una metodología que contempla las siguientes fases:

A. ESTABLECER HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS DE NUBE

- i) Se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿es posible enseñar habilidades prácticas en TI, solamente con el uso de recursos virtuales en lugar de recursos físicos?
- ii) Se extraen experiencias para proponer el modelo de nube social para enseñanza práctica de TI.
- iii) Se identifica herramientas, más útiles para enseñanza práctica de TI.
- iv) Se obtienen y analizan los resultados.
- v) Se da respuesta a la pregunta de investigación.

B. VALIDACIÓN DEL MODELO CON BASE EN PILARES EDUCATIVOS.

- i) Se plantea la hipótesis general y las hipótesis específicas.
- ii) Se implementa una infraestructura de nube social basada en el modelo.
- iii) Se utiliza la infraestructura mediante la publicación de un curso en línea sobre sistemas operativos.
- iv) Se obtienen resultados.
- v) Se comprueba las hipótesis.

5.1. Confirmar pedagogía y establecer herramientas tecnológicas de nube

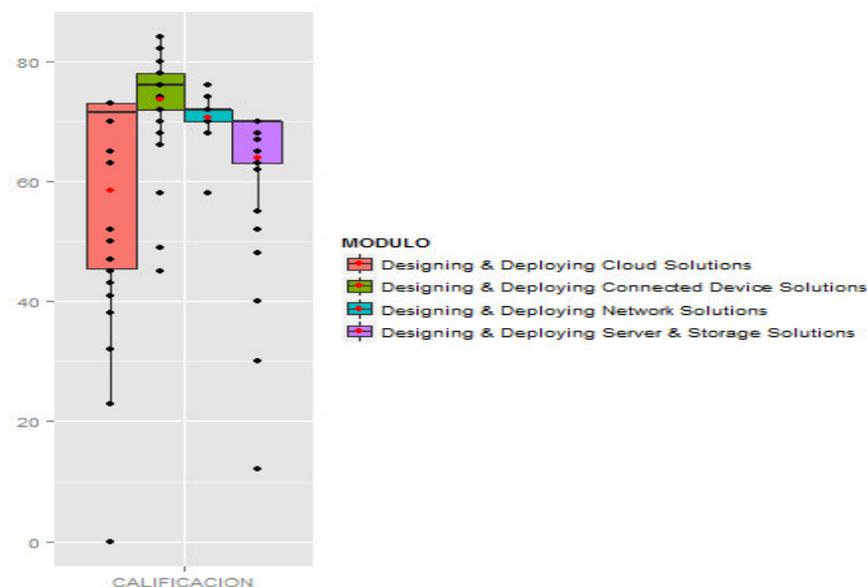
Para confirmar la pedagogía y establecer las herramientas tecnológicas que se debe utilizar en la propuesta del modelo, en una primera etapa, se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Es posible enseñar habilidades prácticas en TI, solamente con el uso de recursos virtuales en lugar de recursos físicos?

Para responder a la pregunta de investigación, se involucró a varios docentes de Universidades de Ecuador en un programa de certificación HP-ATA (Accredited Technical Associate de HP) que ofrece una solución de aprendizaje académico que incluye contenidos, exámenes de entrenamiento y exámenes de certificación en la plataforma Certiport de Pearson VUE. Los contenidos cubren cuatro áreas de conocimiento en TI, como Dispositivos, Redes, Servidores & Almacenamiento y Computación en la Nube.

Con los datos suministrados por los administradores de los centros certificadores, mediante análisis estadísticos y diagramas de cajas o box-plot, se detectó la presencia de datos atípicos, generados por factores como la selección equivocada del idioma para rendir el examen. Por tanto, se descartó 6 datos de exámenes atípicos que tienen calificaciones inferiores al 20%, de 134 exámenes que rindieron los 40 participantes, tal como se representa en la Figura 15.

Figura 15. Diagrama de cajas de resultados de exámenes del programa HP-ATA de nube, dispositivos conectados, redes; y, servidores y almacenamiento



Elaborada por el autor

Debido a la presencia de datos atípicos, la media de las calificaciones no se considera representativa de los resultados, siendo por tanto la mediana y la moda los parámetros más adecuados para el análisis. La mediana de las calificaciones de cada uno de los módulos es superior o igual al 70%, valor que es respaldado por la efectividad del programa que resulta de relacionar la cantidad de exámenes rendidos con los exámenes aprobados.

De los 128 exámenes válidos, 93 exámenes superaron el 70%: 34 en dispositivos, 23 en redes, 22 en servidores y almacenamiento, y 14 en nube. Lo cual arrojó como resultado una efectividad del programa de capacitación del 73%. tal como se muestra en la tabla 12.

La mayor efectividad encontrada se da en los módulos de redes y dispositivos con el 88% y 83%, respectivamente. De los 40 participantes, 14 lograron certificarse en los cuatro módulos del programa.

Tabla 12. Número total de exámenes rendidos respecto a exámenes aprobados (% de efectividad)

	Dispositivos	Redes	Servidores	Nube	Total
Exámenes rendidos	41	26	39	22	128
Exámenes Aprobados	34	23	22	14	93
Efectividad	83%	88%	56%	64%	73%

Elaborada por el autor

Para contestar la pregunta de investigación, se capacitó a un grupo de control de forma presencial y con equipos físicos en el mismo programa de HP-ATA, para luego comparar con el grupo que se capacitó utilizando solo recursos virtuales. Del análisis se deduce que los datos no cumplen los supuestos de normalidad, razón por la cual no se puede utilizar pruebas paramétricas (ver tabla 13), por ello, se utilizó la prueba no paramétrica denominada U de Mann Whitney, que permite identificar diferencias entre dos poblaciones basadas en el análisis de dos muestras pequeñas, extraídas de manera independiente.

Tabla 13. Estadística de exámenes HP-ATA

	NUBE SOCIAL	FÍSICA
N	128	29
Media	69,200	70,170
D. estándar	8,650	11,020
Mediana	70,000	72,000
R. intercuartílico	5.750	9,000
Prueba de normalidad		
-Kolmogoriv-Smirnov	0,000	0,000
-Shapiro-Wilk	0,000	0,003
Varianza	74,820	121,500
U de Mann-Whitney	(p-valor=0,374)>0,05	
Chi-Cuadrado	(p-valor=0,725)>0,05	

Elaborada por el autor

Los datos obtenidos indicaron un p-valor=0,374, mayor que 0,05; a partir de esta comparación, podemos afirmar que no existe diferencia entre las calificaciones de los grupos que se capacitó con el modelo de nube social y presencial. Por lo tanto, se puede

afirmar que sí es posible enseñar habilidades prácticas en TI mediante el uso de recursos virtuales en lugar de recursos físicos.

Para confirmar estos resultados, también realizamos la prueba chi-cuadrado de las frecuencias de aprobaciones y fallas de los dos grupos, y obtuvimos el valor experimental de 0,124, menor al valor crítico 3,841, y un p-valor= 0,725 mayor a 0,05, por tanto, con estos resultados podemos también afirmar que sí se puede enseñar habilidades prácticas de TI utilizando solo recursos virtuales.

Igualmente, aplicando los principios fundamentales de instrucción con el programa HP-ATA, obtuvimos resultados para cada tarea de los módulos de dispositivos, redes, servidores y nube, como se puede ver en la tabla 14; en todas las actividades que requieren habilidades prácticas como instalar, configurar, administrar y operar, superan el 70% necesario para obtener la certificación.

Las tareas de planificación y diseño de soluciones se basaron en tareas con escenarios reales publicados en libros electrónicos en la página web de HP-press, a la que los participantes tenían acceso.

Tabla 14. Calificaciones obtenidas por tarea en cada módulo

	Dispositivos	Redes	Servidores	Nube	Promedio
-Explicar e identificar	60	83	90	75	77
-Planificar y diseñar	88	75	83	90	84
-Instalar y configurar	71	67	85	75	75
-Monitorear y optimizar	70	64	25	64	56
-Resolver problemas	70	50	100	64	71
-Administrar y operar	86	72	60	67	71

Elaborado por: Autor

Las tareas administrativas y operativas estaban soportadas por la demostración mediante videos, y la fase aplicativa se sustentaba por el uso de máquinas virtuales alojadas en la nube, como en la capa gratuita de AWS y VMWare.

El programa cumplió con el objetivo de certificar a 40 docentes, utilizando únicamente recursos virtuales, sin necesidad de recursos físicos.

Por los resultados de aprendizaje y análisis estadístico, se ha respondido la pregunta de investigación, así se demostró que los participantes si pueden desarrollar destrezas útiles y aprendizajes que pueden ser aplicados en contextos productivos o en el mundo real en TI, utilizando solo recursos virtuales y herramientas tecnológicas de los tres modelos de servicio de la computación en la nube.

5.2. Validación del modelo de nube social para enseñanza práctica de TI

5.2.1 Comprobación de las hipótesis

Para comprobar si se consigue enseñanza práctica de TI mediante el empleo del ecosistema de nube social, tal como se consigue mediante el uso de equipos físicos que cumplen con los pilares educativos, se plantea la siguiente hipótesis general:

Utilizar un modelo de implantación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres modelos de servicios de computación en la nube, cumplirá con los pilares educativos.

Y también las hipótesis específicas:

- H11. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a conocer”.
- H21. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a ser”.

- H31. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo infraestructura como servicio (IaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a hacer”
- H41. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo software como servicio (SaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir con el pilar educativo “aprender a vivir”.

Para validar el modelo, se implementó un ecosistema de nube social para la enseñanza práctica de TI; en este ecosistema, se publicó un curso de sistemas operativos, valido para aprobar la misma asignatura del quinto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Escuela Politécnica de Chimborazo (octubre de 2016 a marzo de 2017).

La hipótesis general *Utilizar un modelo de implantación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en los tres modelos de servicios de computación en la nube, cumplirá los pilares educativos*, se verificó con el siguiente método.

Con los resultados de los 78 estudiantes, de un total de 328 estudiantes que fueron capacitados en el ecosistema de nube social, se seleccionaron como muestra 27 estudiantes para comparar con los resultados obtenidos de un grupo de 27 estudiantes que fueron capacitados en el mismo programa, pero en laboratorios físicos de la universidad.

El cálculo estadístico para demostrar la hipótesis, mediante los indicadores “aprender a conocer”, “aprender a ser” y “aprender a vivir juntos” se realiza con base en t de Student, que es un análisis que se utiliza cuando se tiene datos normalmente distribuido; y, cuando el tamaño de la muestra es pequeño, a través de la estimación de la media. La prueba t de Student determina las diferencias entre dos medias muestrales de dos poblaciones con un intervalo de confianza, cuando se desconoce la desviación típica de una población y ésta debe ser estimada a partir de los datos de una muestra.

Para comprobar el indicador “aprender a hacer”, se utilizará el estadístico Chi-cuadrado, que se utiliza para analizar la frecuencia de dos variables con categorías múltiples para determinar si las dos variables son independientes o no.

T Student es uno de los análisis estadísticos más comunes en la práctica es probablemente el más utilizado para comparar dos grupos independientes de observaciones respecto de una variable numérica.

Se denotará por $\{X_{a1}, X_{a2}, \dots, X_{an}\}$ y por $\{X_{b1}, X_{b2}, \dots, X_{bn}\}$ al peso observado en cada uno de los grupos de aprendizaje con laboratorio físico (A) y aprendizaje con el modelo de nube social (B), respectivamente.

El t-test para dos muestras emparejadas se basa en el siguiente estadístico:

$$t = \frac{\bar{X}_a - \bar{X}_b}{\sqrt{\frac{(n_a-1)\hat{S}_a^2 + (n_b-1)\hat{S}_b^2}{(n_a+n_b)-2} \left(\frac{1}{n_a} + \frac{1}{n_b}\right)}}$$

Donde \bar{X}_a y \bar{X}_b denotan el peso medio en cada uno de los grupos.

\bar{X}_a = promedio de aprendizaje en laboratorio físico sobre 8 puntos

\bar{X}_b = promedio de aprendizaje mediante el ecosistema de nube social

El nivel de significación es $\alpha=0,05$, el valor de la tabla t para una prueba de dos colas es igual a 2,055 para el 95% de confianza.

Después de verificar la normalidad de los datos mediante la aplicación del estadístico t de student's con un nivel de error del 5%, se evaluaron las hipótesis específicas de los cuatro pilares educativos.

“Aprender a conocer”

Las hipótesis planteadas para esta dimensión son:

- H11. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a conocer”
- H10. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, no permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a conocer”

$$\bar{X}_a = \frac{1}{n_a} \sum_{i=1}^n X_{a=5,67}$$

$$\bar{X}_b = \frac{1}{n_b} \sum_{i=1}^n X_{b=6,89}$$

Y \widehat{S}_a^2 y \widehat{S}_b^2 las cuasivarianzas muestrales correspondientes:

\widehat{S}_a^2 = varianza del aprendizaje con laboratorio físico

$$\widehat{S}_a^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n_a} = 1,46$$

\widehat{S}_b^2 = varianza del aprendizaje bajo el modelo de nube social

$$\widehat{S}_b^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n_b} = 0,64$$

n_a = tamaño de la muestra con laboratorios físicos.

Tabla 15. Resultados de aprendizaje (sobre 8)

	ESTUDIANTE	LABORATORIO FÍSICO		NUBE SOCIAL	
		GRUPO A	GRUPO A ²	GRUPO B	GRUPO B ²
	1	4	16	7	49
	2	5	25	8	64
	3	7	49	7	49
	4	6	36	6	36
	5	7	49	7	49
	6	6	36	6	36
	7	7	49	7	49
	8	5	25	7	49
	9	6	36	6	36
	10	5	25	6	36
	11	6	36	7	49
	12	5	25	6	36
	13	5	25	7	49
	14	6	36	7	49
	15	4	16	6	36
	16	7	49	8	64
	17	6	36	8	64
	18	5	25	7	49
	19	4	16	7	49
	20	7	49	5	25
	21	7	49	6	36
	22	6	36	8	64
	23	6	36	7	49
	24	6	36	8	64
	25	6	36	7	49
	26	7	49	7	49
	27	2	4	8	64
	SUMA	153	905	186	1298
	MEDIA	5,67	33,52	6,89	48,07
	VARIANZA	1,46		0,64	

Elaborada por el autor

n_b = tamaño de la muestra mediante ecosistemas de nube social

Con lo cual, en este caso particular, el valor utilizado para el contraste será:

$$t = \frac{5,67 - 6,89}{\sqrt{\frac{(27-1)1,46+(27-1)0,64}{(27+27)-2} \left(\frac{1}{27} + \frac{1}{27}\right)}}$$

$$t = \frac{-1,22}{\sqrt{\frac{37,96+16,64}{52} \left(\frac{2}{27}\right)}} \qquad t = \frac{-1,22}{0,2788}$$

$$t = -4,382$$

Tabla 16. Prueba t de student para el principio aprender a conocer

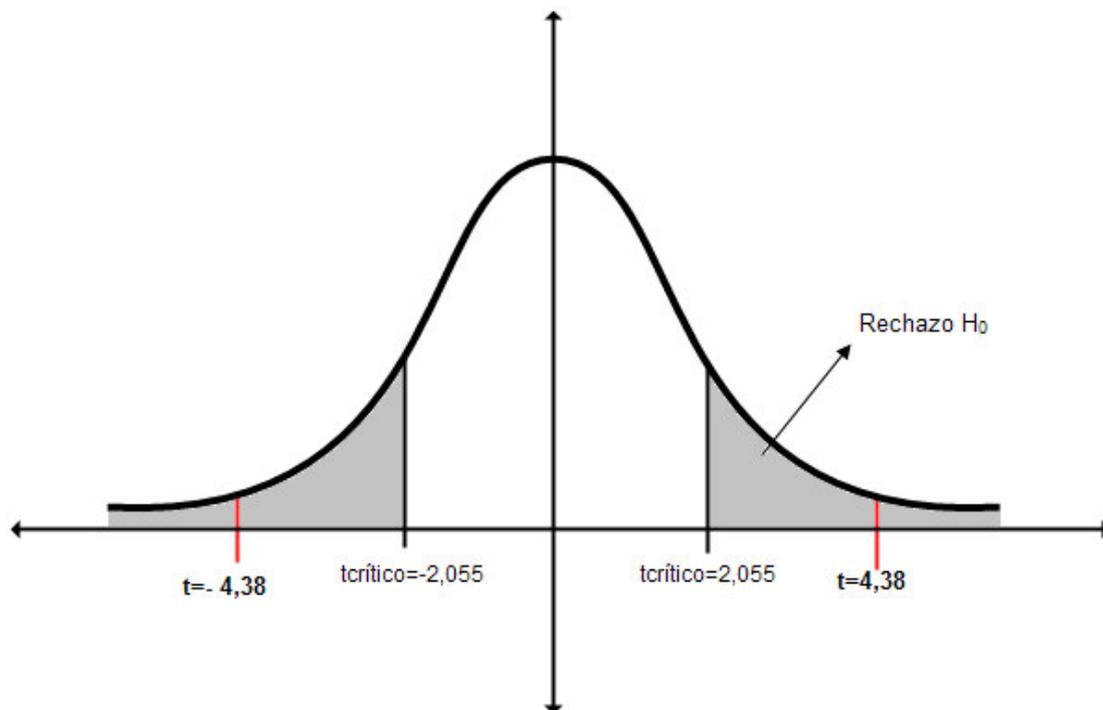
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	5,66666667	6,88888889
Varianza	1,46153846	0,641025641
Observaciones	27	27
Coefficiente de correlación de Pearson	- 0,15894388	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	26	
Estadístico t	-4,3825049	
P(T<=t) una cola	0,00018444	
Valor crítico de t (una cola)	1,70561792	
P(T<=t) dos colas	0,00036887	
Valor crítico de t (dos colas)	2,05552944	

Elaborada por el autor

Regiones de aceptación y rechazo

Cuando el grado de error es 0,05, según la tabla teórica, el punto t – crítico es $t_t = 1,7056$, cuya gráfica se indica en la figura 16.

Figura 16. Región de aceptación y rechazo del pilar educativo aprender a conocer



Elaborada por el autor

Los resultados académicos de las dos muestras fueron comparados, y los resultados del test estadístico t de students dieron un valor absoluto de 4.382, que es significativamente mayor que el valor crítico 2.055 de los dos grupos. Por lo tanto, confirmamos que sí existe diferencia en el pilar educativo “aprender a conocer” cuando se enseña a través del ecosistema de nube social propuesto en comparación con un laboratorio de computación físico, así se concluye que utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, sí permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a conocer, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_{10} y se acepta la hipótesis alternativa H_{11} .

“Aprender a ser”.

Las hipótesis planteadas para esta dimensión son:

- H21. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a ser”
- H20. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, no permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a ser”.

Para analizar este pilar educativo denominado "aprender a ser", se analiza el grado en compromiso y entrega del participante, comparando el número de actividades completadas por cada participante de un total de 17. Los valores estadísticos se muestran en la tabla 17, con conclusiones similares.

\bar{X}_a = promedio de actividades cumplidas con laboratorio físico de un total de 17

\bar{X}_b = promedio de actividades cumplidas con nube social de un total de 17

$$\bar{X}_a = \frac{1}{n_a} \sum_{i=1}^n X_{a=16,04}$$

$$\bar{X}_b = \frac{1}{n_b} \sum_{i=1}^n X_{b=16,89}$$

Cálculo de la media aritmética del número de tareas cumplidas

Y \widehat{S}_a^2 y \widehat{S}_b^2 las cuasivarianzas muestrales correspondientes:

\widehat{S}_a^2 = varianza de las tareas cumplidas en aprendizaje con laboratorio físico

Tabla 17. Actividades cumplidas

SUJETO	ACTIVIDADES CUMPLIDAS			
	LABORATORIO FÍSICO		NUBE SOCIAL	
	GRUPO A	GRUPO A ²	GRUPO B	GRUPO B ²
1	16	256	15	225
2	17	289	17	289
3	16	256	17	289
4	16	256	17	289
5	17	289	17	289
6	17	289	17	289
7	12	144	17	289
8	17	289	17	289
9	17	289	17	289
10	17	289	16	256
11	17	289	17	289
12	17	289	17	289
13	17	289	17	289
14	15	225	17	289
15	16	256	17	289
16	17	289	17	289
17	17	289	17	289
18	17	289	19	361
19	16	256	17	289
20	17	289	17	289
21	16	256	15	225
22	17	289	17	289
23	10	100	17	289
24	14	196	17	289
25	15	225	17	289
26	17	289	17	289
27	16	256	17	289
SUMA	433	7017	456	7714
MEDIA	16,04		16,89	
VARIANZA	2,80		0,48	
%	94,34%		99,35%	

Elaborada por el autor

$$\widehat{S}_a^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n_a} = 2,8061$$

Varianza de las tareas cumplidas en aprendizaje con laboratorio físico

\widehat{S}_b^2 = varianza de tareas cumplidas con nube social

$$\widehat{S}_b^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n_b} = 0,4871$$

Cálculo de la varianza de tareas cumplidas en aprendizaje con nube social

n_a = tamaño de la muestra de aprendizaje tradicional

n_b = tamaño de la muestra de aprendizaje con la metodología WebQuest.

Con lo cual, en este caso particular, el valor utilizado para el contraste será:

$$t = \frac{16,04 - 16,89}{\sqrt{\frac{(27-1)2,8061 + (27-1)0,4871}{(27+27)-2} \left(\frac{1}{27} + \frac{1}{27}\right)}}$$

$$t = \frac{-0,85}{\sqrt{\frac{72,95 + 12,66}{52} \left(\frac{2}{27}\right)}}$$

$$t = \frac{-0,85}{0,3492}$$

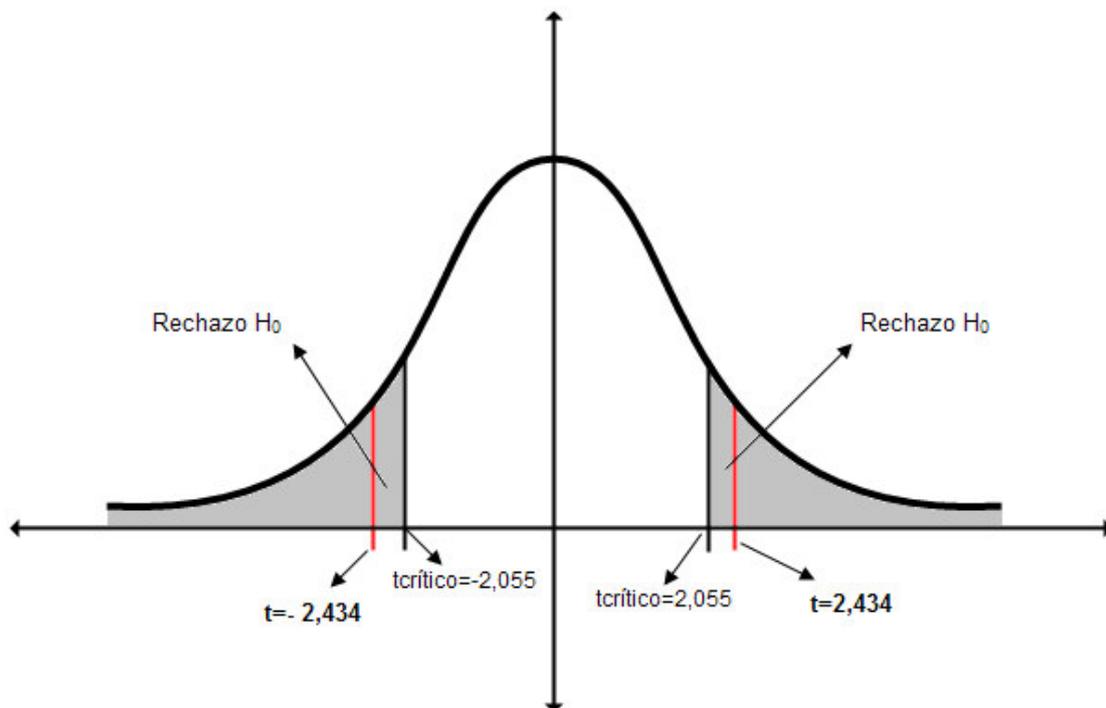
$$t = -2,4340$$

Tabla 18. Resumen de datos de la prueba T-Student para el pilar aprender a ser

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	16,03703704	16,8888889
Varianza	2,806267806	0,48717949
Observaciones	27	27
Coeficiente de correlación de Pearson	0,036548965	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	26	
Estadístico t	-2,434026186	
P(T<=t) una cola	0,010165904	
Valor crítico de t (una cola)	1,70561792	
P(T<=t) dos colas	0,020331809	
Valor crítico de t (dos colas)	2,055529439	

Elaborada por el autor

Figura 17. Región de aceptación y rechazo del pilar aprender a ser



Elaborada por el autor

Los resultados del número de actividades cumplidas por los dos grupos fueron comparados y los resultados del test estadístico t de students dieron un valor absoluto de 2.434, que es significativamente mayor que al valor crítico 2.055 de los dos grupos. Por lo tanto, se puede afirmar que existe diferencia en este pilar educativo cuando se enseña a través del ecosistema de nube social propuesto en comparación con un laboratorio de computación físico.

Es así que se puede afirmar que al utilizar un modelo de implementación de ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo plataforma como servicio (PaaS) de la computación en la nube, sí permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a ser“, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H20 y se acepta la hipótesis alternativa H21.

“Aprender a hacer”

Este pilar educativo es el más importante en nuestro estudio, las hipótesis planteada son las siguientes:

- H31. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo infraestructura como servicio (IaaS) de la computación en la nube permitirá, cumplir el pilar educativo “aprender a hacer”
- H30. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo infraestructura como servicio (IaaS) de la computación en la nube, no permitirá cumplir el pilar educativo “aprender a hacer”

Para este análisis se realiza una encuesta a los participantes, que consta de 10 preguntas sobre la realización de tareas en TI, cada pregunta tiene con cuatro opciones, de los cuales se realiza el test inferencial del Chi-cuadrado.

Tabla 19. Prueba estadística Chi-cuadrado para el pilar educativo aprender a hacer

Nº	ÍTEMS	ALTERNATIVAS	fo	fe	fo-fe	$((fo-fe)^2)/fe$
1	Explicar e identificar de tecnologías	Siempre	16	9,4	6,6	4,63
		Casi Siempre	11	11,9	-0,9	0,07
		Pocas veces	0	4,4	-4,4	4,40
		Nunca	0	1,3	-1,3	1,30
2	Planificar y diseñar soluciones de TI	Siempre	13	9,4	3,6	1,38
		Casi Siempre	13	11,9	1,1	0,10
		Pocas veces	1	4,4	-3,4	2,63
		Nunca	0	1,3	-1,3	1,30
3	Instalar tecnologías	Siempre	5	9,4	-4,4	2,06
		Casi Siempre	14	11,9	2,1	0,37
		Pocas veces	7	4,4	2,6	1,54
		Nunca	1	1,3	-0,3	0,07
4	Configurar tecnologías	Siempre	12	9,4	2,6	0,72
		Casi Siempre	9	11,9	-2,9	0,71
		Pocas veces	6	4,4	1,6	0,58
		Nunca	0	1,3	-1,3	1,30
5	Actualizar tecnologías	Siempre	2	9,4	-7,4	5,83
		Casi Siempre	13	11,9	1,1	0,10
		Pocas veces	11	4,4	6,6	9,90
		Nunca	1	1,3	-0,3	0,07
6	Resolver problemas de TI	Siempre	13	9,4	3,6	1,38
		Casi Siempre	13	11,9	1,1	0,10
		Pocas veces	1	4,4	-3,4	2,63
		Nunca	0	1,3	-1,3	1,30
7	Reparar soluciones	Siempre	8	9,4	-1,4	0,21
		Casi Siempre	17	11,9	5,1	2,19
		Pocas veces	2	4,4	-2,4	1,31
		Nunca	0	1,3	-1,3	1,30
8	Reemplazar soluciones	Siempre	13	9,4	3,6	1,38
		Casi Siempre	11	11,9	-0,9	0,07
		Pocas veces	3	4,4	-1,4	0,45
		Nunca	0	1,3	-1,3	1,30
9	Administrar tecnologías (BYOD)	Siempre	7	9,4	-2,4	0,61
		Casi Siempre	13	11,9	1,1	0,10
		Pocas veces	6	4,4	1,6	0,58
		Nunca	1	1,3	-0,3	0,07

10	Operar tecnologías (BYOD)	Siempre	5	9,4	-4,4	2,06	
		Casi Siempre	5	11,9	-6,9	4,00	
		Pocas veces	7	4,4	2,6	1,54	
		Nunca	10	1,3	8,7	58,22	
						$\chi^2=$	119,84

Elaborada por el autor

Prueba de la hipótesis de investigación:

Nivel de confianza $\alpha= 0,05$

$$Gl=(f-1)*(c-1)$$

Nivel de confianza para el pilar aprender a ser

$$Gl=(4-1)*(10-1)$$

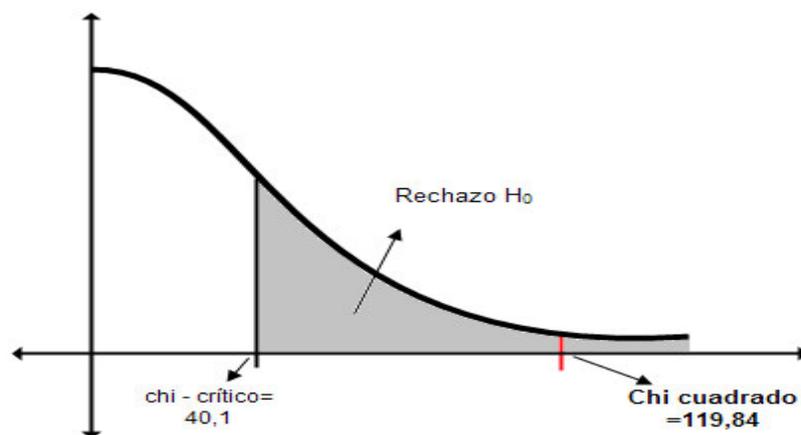
$$Gl=27$$

$$\chi^2_t= 40,1$$

$$\chi^2_c=119,84$$

$$\chi^2_c > \chi^2_t$$

Figura 18. Región de aceptación y rechazo del pilar aprender a hacer



Elaborada por el autor

Como $119,84 > 40,1$ se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis de investigación (H_1). Por lo tanto, se puede afirmar que existe diferencia en este pilar

educativo cuando se enseña a través del ecosistema de nube social propuesto en comparación con un laboratorio de computación físico. Es decir, utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo, infraestructura como servicio (IaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir con el pilar educativo “aprender a hacer”

“Aprender a vivir”

Con el fin de asegurar que los participantes se empoderaran del pilar educativo "aprender a vivir" o también conocido como "aprender a convivir", fueron evaluados los estilos de aprendizaje usando el cuestionario Honey-Alonso CHAEA. El cuestionario consistió en 80 declaraciones clasificadas en una escala dicotómica de acuerdo y desacuerdo, que proporcionaron información sobre el predominio de un estilo de aprendizaje definido, como reflexivo, teórico, activo o pragmático, a través del número de respuestas positivas. La prueba CHAEA, según sus autores, es un instrumento satisfactorio para el diagnóstico de las preferencias de aprendizaje de cada estudiante. Comparamos los estilos de aprendizaje antes y después del programa de capacitación mediante el empleo del ecosistema de nube social.

Las hipótesis planteadas son:

- H41. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo, software como servicio (SaaS) de la computación en la nube, permitirá cumplir con el pilar educativo “aprender a vivir”
- H40. Utilizar un modelo para implementar ecosistemas de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo, software como servicio (SaaS) de la computación en la nube, no permitirá cumplir con el pilar educativo “aprender a vivir”

Los datos obtenidos sobre los estilos de aprendizaje se indican en la tabla 20.

Tabla 20. Datos de los porcentajes obtenidos por los estudiantes sobre los estilos de aprendizaje

	TEST CHAEA ANTES DE APLICAR MODELO DE NUBE SOCIAL				TEST CHAEA DESPUÉS DE APLICAR MODELO DE NUBE SOCIAL			
1	60	80	80	70	100	90	90	90
2	55	70	80	70	60	85	70	80
3	65	65	50	65	65	80	75	95
4	80	95	70	80	60	75	90	60
5	60	55	55	60	65	95	75	70
6	90	65	70	75	75	70	70	65
7	55	70	80	70	80	95	80	90
8	55	35	55	75	70	75	90	70
9	75	70	65	70	75	80	75	80
10	80	80	75	80	50	95	60	65
11	55	75	70	80	75	85	55	80
12	45	70	55	45	60	75	65	80
13	45	80	65	70	70	85	95	95
14	70	75	70	90	80	75	65	85
15	50	80	50	90	75	75	65	65
16	25	70	50	20	60	70	80	80
17	70	95	90	90	90	60	95	90
18	55	95	60	60	75	95	80	85
19	50	90	90	80	70	85	80	90
20	65	85	60	50	75	80	85	85
21	25	65	85	90	70	75	95	60
22	65	95	70	75	80	90	60	65
23	60	80	60	60	90	95	75	95
24	65	90	80	75	50	95	50	70
25	40	70	45	20	75	70	50	85
26	60	65	70	60	60	70	75	85
27	40	70	45	20	60	95	75	60
PROMEDIO	57,78	75,37	66,48	66,30	70,93	82,04	74,81	78,52

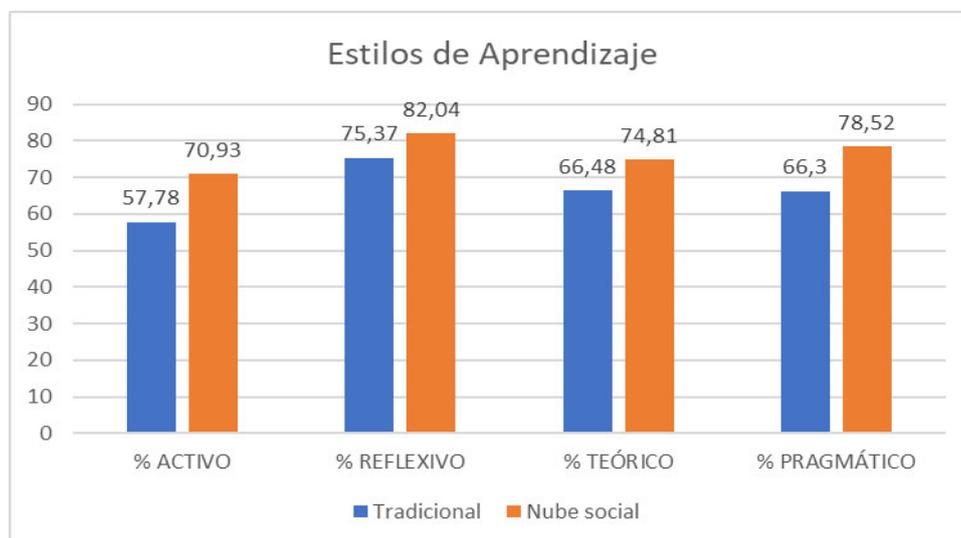
Elaborada por el autor

Tabla 21. Comparativo de los promedios de estilos de aprendizaje

	Tradicional	Nube social
% ACTIVO	57,78	70,93
% REFLEXIVO	75,37	82,04
% TEÓRICO	66,48	74,81
% PRAGMÁTICO	66,30	78,52

Elaborada por el autor

Figura 19. Diferencia de proporciones de los estilos de aprendizaje antes y después de aplicar nube social



Elaborada por el autor

Tabla 22. Numérico sobre incidencia del modelo en los estilos de aprendizaje

PERSONAS	ACTIVO	REFLEXIVO	TEÓRICO	PRAGMÁTICO
Incrementaron su estilo de aprendizaje	20	17	18	16
Siguen igual con su estilo de aprendizaje	3	4	2	2
Decrecieron su estilo de aprendizaje	4	6	7	9

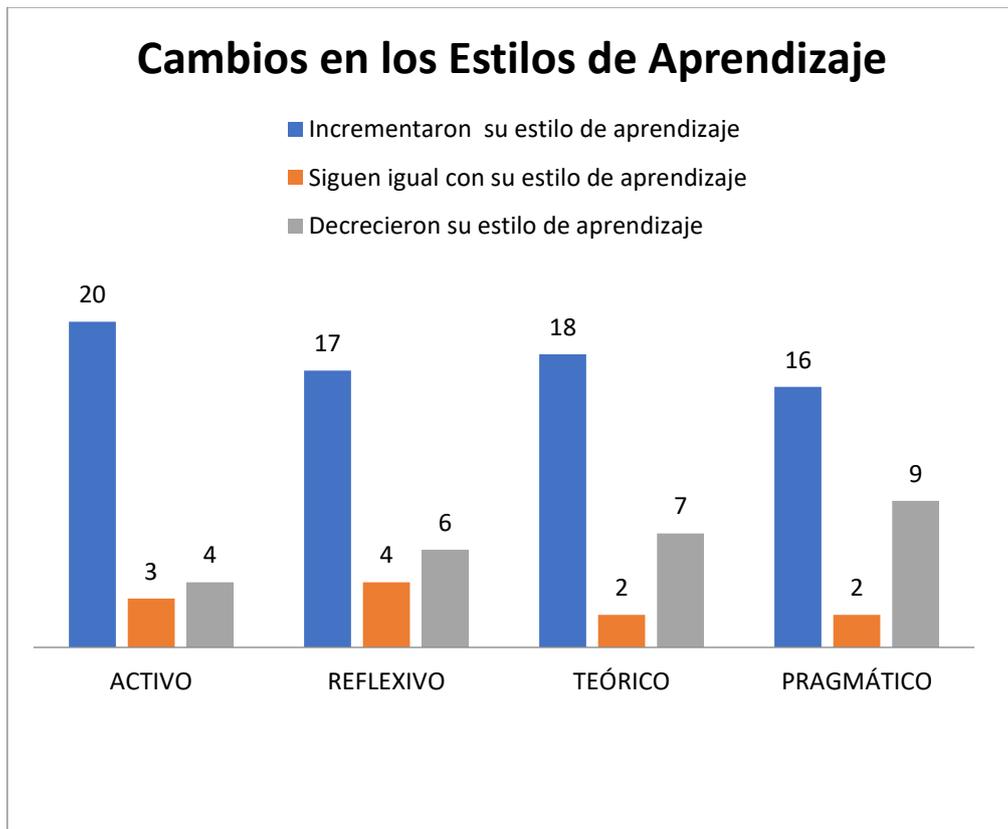
Elaborada por el autor

Tabla 23. Porcentaje sobre incidencia en los estilos de aprendizaje

PERSONAS	ACTIVO	REFLEXIVO	TEÓRICO	PRAGMÁTICO
Incrementaron su estilo de aprendizaje	74%	63%	67%	59%
Siguen igual con su estilo de aprendizaje	11%	15%	7%	7%
Decrecieron su estilo de aprendizaje	15%	22%	26%	33%

Elaborada por el autor

Figura 20. Representación de incidencia en los estilos de aprendizaje



Elaborada por el autor

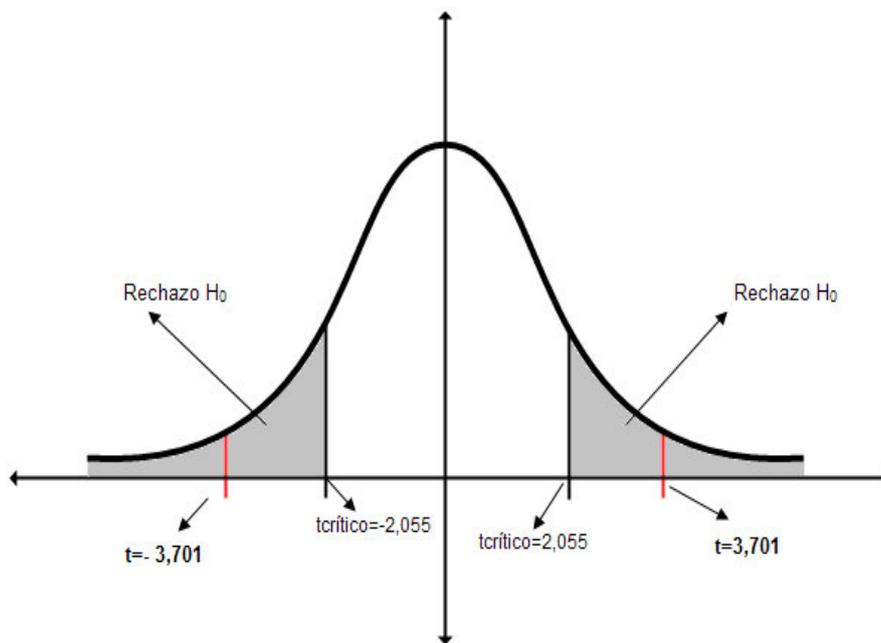
En la tabla 24 y figura 21, se presenta los datos y la gráfica de la prueba t, para medias de dos muestras emparejadas, para cada uno de los estilos de aprendizaje.

Tabla 24. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas. Aprendizaje Activo

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	57,77777778	70,9259259
Varianza	235,2564103	138,532764
Observaciones	27	27
Coefficiente de correlación de Pearson	0,091729466	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	26	
Estadístico t	-3,701517734	
P(T<=t) una cola	0,000506596	
Valor crítico de t (una cola)	1,70561792	
P(T<=t) dos colas	0,001013193	
Valor crítico de t (dos colas)	2,055529439	

Elaborada por el autor

Figura 21. Región de aceptación y rechazo para el aprendizaje activo



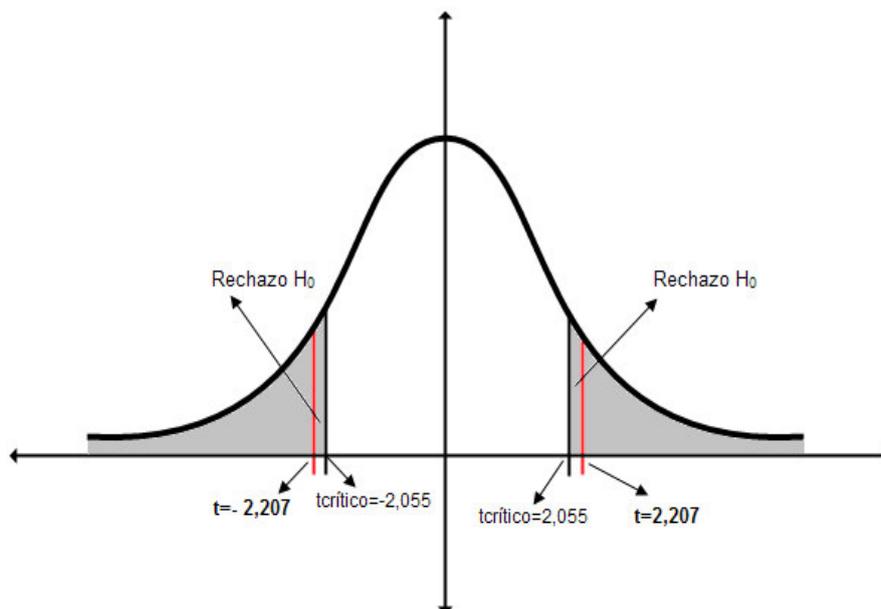
Elaborada por el autor

Tabla 25. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas. Aprendizaje Reflexivo

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	75,37037037	82,037037
Varianza	186,3960114	104,344729
Observaciones	27	27
Coefficiente de correlación de Pearson	0,159854057	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	26	
Estadístico t	-2,207940217	
P(T<=t) una cola	0,018136201	
Valor crítico de t (una cola)	1,70561792	
P(T<=t) dos colas	0,036272401	
Valor crítico de t (dos colas)	2,055529439	

Elaborada por el autor

Figura 22. Región de aceptación y rechazo para el aprendizaje reflexivo.



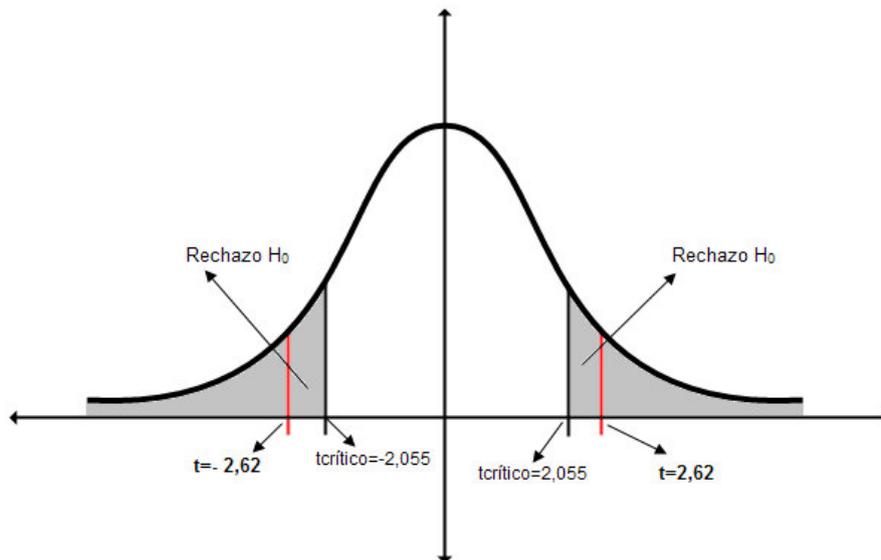
Elaborada por el autor

Tabla 26. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas. Aprendizaje Teórico

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	66,48148148	74,81481481
Varianza	176,5669516	174,002849
Observaciones	27	27
Coefficiente de correlación de Pearson	0,221054267	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	26	
Estadístico t	- 2,620342951	
P(T<=t) una cola	0,007237332	
Valor crítico de t (una cola)	1,70561792	
P(T<=t) dos colas	0,014474663	
Valor crítico de t (dos colas)	2,055529439	

Elaborada por el autor

Figura 23. Región de aceptación y rechazo para el aprendizaje teórico



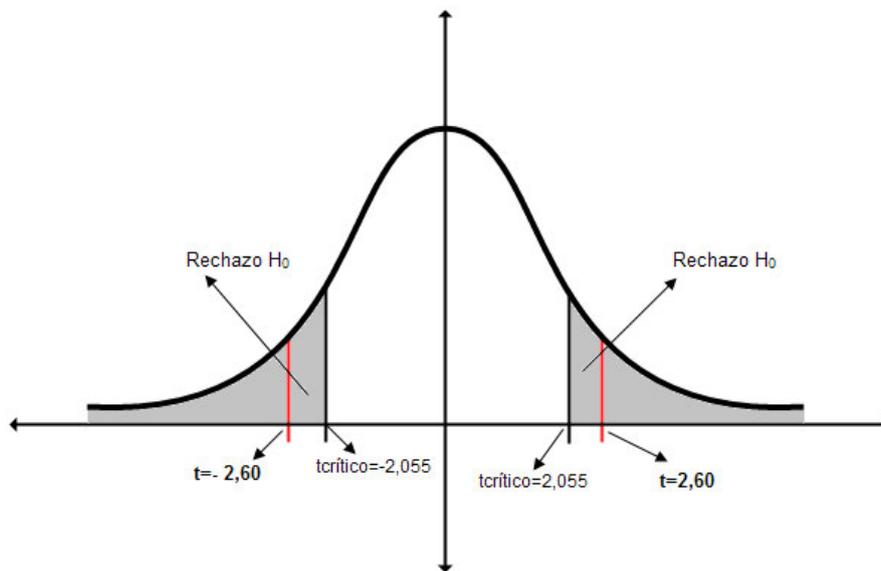
Elaborada por el autor

Tabla 27. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas. Aprendizaje Pragmático

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	66,2962963	78,51851852
Varianza	410,7549858	136,1823362
Observaciones	27	27
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,101336558	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	26	
Estadístico t	-2,603876421	
P(T<=t) una cola	0,007517275	
Valor crítico de t (una cola)	1,70561792	
P(T<=t) dos colas	0,01503455	
Valor crítico de t (dos colas)	2,05529439	

Elaborada por el autor

Figura 24. Región de aceptación y rechazo para el aprendizaje pragmático



Elaborada por el autor

El resultado confirmó que el valor absoluto de la prueba t de students es superior al valor crítico 2.055 en las dos muestras de los estilos de aprendizaje. Por lo tanto, se puede afirmar que hay una clara diferencia entre el pilar educativo "aprender a vivir" o "aprender a convivir", cuando se enseña a través de un ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI, basado en el modelo software como servicio (SaaS), comparado con la enseñanza en un laboratorio de computación físico tradicional. Por lo tanto, H40 es rechazado y la hipótesis alternativa, H41, es aceptada. Los valores estadísticos completos se muestran en la tabla 28.

Tabla 28. Análisis estadístico sobre los pilares educativos

Pilar educativo		Test Estadístico	Valor crítico $\alpha = 0.05$	Valor calculado	Relación
Aprender a conocer	Resultados de aprendizaje	t-test	2,055 two tailed	-4,3825	4,382 > 2,055
Aprender a ser	Comportamiento	t-test	2,055 two tailed	-2,4340	2,4340 > 2,055
Aprender a hacer	Encuesta	Chi squared	40.1	119.84	119,84 > 40,1
Aprender a vivir juntos	Estilos de aprendizaje	t-test	2,055 two tailed	Activo -3,701 Reflexivo -2,207 Teórico -2,620 Pragmático -2,603	3,701 > 2,055 2,207 > 2,055 2,620 > 2,055 2,603 > 2,055

Elaborada por el autor

Tabla 29. Test t de los pilares educativos

Pilar educativo		Media con laboratorio físico	Media con ecosistema	Valor calculado	Relación
Aprender a conocer	Resultados de aprendizaje	5,66	6,89	-4,3825	4,382 > 2,055
Aprender a ser	Comportamiento	16,03	16,88	-2,4340	2,4340 > 2,055
Aprender a vivir	Activo	57,77	70,92	3,701	3,701 > 2,055
	Reflectivo	75,37	82,03	2,207	2,207 > 2,055
	Teórico	66,48	74,81	2,620	2,620 > 2,055
	Pragmático	66,29	78,51	2,603	2,603 > 2,055

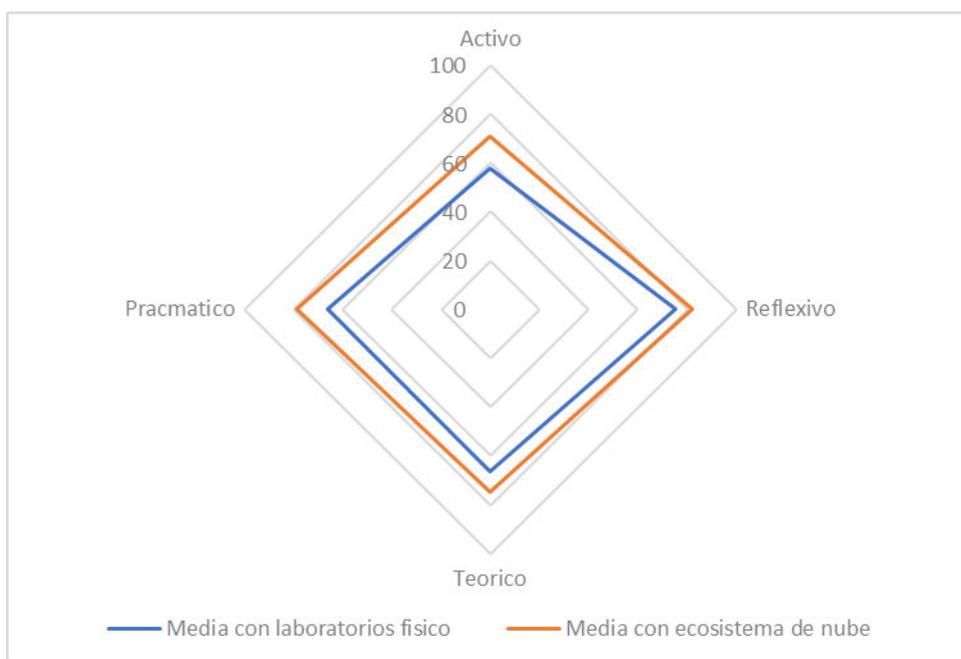
Elaborada por el autor

Como puede observarse en el test de los tres pilares educativos (ver tabla 29), la media es mayor cuando se utiliza el ecosistema propuesto. Por lo tanto, podemos afirmar que el

ecosistema de nube social proporciona un ambiente de aprendizaje superior al de un laboratorio físico básico, para enseñanza práctica de TI.

Para el indicador que corresponde al pilar educativo "aprender a hacer", se utilizó otra encuesta. Los datos de la encuesta fueron evaluados utilizando una escala de Likert y se aplicó el método estadístico Chi-cuadrado, resultando un valor crítico con un nivel de error del 5% de 40,1. El valor calculado fue 119,84. Por lo tanto, H0 es rechazado y la hipótesis alternativa, H1, es aceptada. Desde la perspectiva de los estudiantes, los resultados indican que el modelo propuesto, en realidad, mejora las habilidades prácticas de los alumnos.

Figura 25. Mejora de los estilos de aprendizaje



Elaborada por el autor

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

6.1. Conclusiones

En este trabajo de investigación se presenta un modelo de implementación de ecosistemas de nube social, basado en los tres modelos de servicios de la computación en la nube, con la finalidad de enseñar habilidades prácticas de tecnología de información en línea. El modelo propuesto relaciona todas las dimensiones de un ecosistema e-learning, donde se utiliza como guía el modelo TPACK, el cual se basa en la realización de tareas y resolución de problemas como principio instructivo.

Mediante la implementación de un ecosistema e-learning, se ha comprobado que cada uno de los modelos de servicios de la computación en la nube, como PaaS, IaaS y SaaS, es la base tecnológica para cumplir con los pilares educativos; si uno de estos modelos no está presente como base tecnológica, no se puede cumplir con los cuatro pilares educativos.

El modelo permitió implementar un ecosistema mediante el cual el estudiante interactúa de forma centralizada, fácil y ubicua, directamente mediante una plataforma MOOC escalable, permitiendo, de esta manera, enseñar tareas prácticas de TI solamente con recursos virtuales, en lugar de equipos físicos de alto costo.

El modelo fue validado mediante el análisis estadístico, así, se demostró que cumple con los pilares educativos como son el aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser, lo cual genera un ambiente de aprendizaje superior al de un laboratorio físico.

Mediante los resultados de aprendizaje también se confirmó que el modelo de nube social genera resultados similares al de la enseñanza con el modelo presencial tradicional, así, se alcanza una efectividad de hasta el 88%.

En definitiva, se pudo comprobar que la implementación y aplicación de un ecosistema de nube social para prácticas de TI, mediante un modelo que vincule de manera efectiva la tecnología, la pedagogía y los contenidos, puede brindar una perspectiva prometedora para la educación, en especial para aquellas instituciones que enfrentan restricciones presupuestarias y tienen una población estudiantil móvil o rural, debido a la reducción de costos por el uso de recursos virtualizados con solo pocos servidores físicos y equipos de bajo rendimiento de las instituciones, lo cual proporciona una mayor utilidad de la tecnología existente.

Mediante el ecosistema, el alumno es capaz de interactuar de manera centralizada, sencilla y ubicua, directamente a través de una plataforma MOOC. A partir de ahí, puede acceder a otros servicios de software como las redes sociales y las infraestructuras de escritorio virtual (VDI), que ofrece máquinas virtuales para realizar capacitación en TI similar a la práctica en un laboratorio físico de computación.

Para demostrar el modelo, se implementó un ecosistema (ver anexos 2, 3 y 4), donde se utilizó software de código libre como sistemas operativos Linux y FreeNAS, servicios web como Apache Guacamole, OpenUDS, y MySQL, a través de una autenticación LDAP única, que forman parte de los tres servicios de la computación en la nube.

La plataforma empleada fue Course Builder de Google App Engine, y desde ahí se accedió a otros servicios software como son las redes sociales y a la infraestructura de escritorio virtual (VDI) implementado mediante OpenUDS. El empleo de OpenUDS no solo ofrece escritorios virtuales, sino que también ofrece virtualización de aplicaciones y la consolidación de los servicios de escritorio virtual necesarios para la prestación de otros servicios útiles para la enseñanza de TI.

Toda la complejidad tecnológica de la infraestructura fue transparente para los estudiantes, quienes pudieron interactuar directamente con el MOOC desde sus propias computadoras o dispositivos inteligentes.

El ecosistema basa su arquitectura en dos bloques de servidores físicos. El primero proporciona servicios de escritorio virtual mediante OpenUDS, y el segundo genera las instancias de máquinas virtuales en oVirt. La masificación y la escala requerida se logran mediante el aumento del número de servidores físicos a cada bloque, a medida que se requiera más servicios o máquinas virtuales. Gracias a que los MOOC se publican bajo la plataforma Google App Engine, también se puede escalar masivamente, lo cual genera un modelo de nube híbrido entre servicios públicos y privados.

Los nuevos modelos de e-learning deben aprender de la experiencia actual de las tecnologías existentes como los MOOC, servicios de escritorio virtual y de la computación en la nube para adoptar un enfoque con visión de futuro con el fin de aplicar una nueva estrategia de implantación, publicación y uso de plataformas al servicio de la educación práctica de TI.

Con este tipo de ecosistemas se espera masificar la educación práctica, especialmente de la población rural y de bajos recursos, lo cual les permite aprender y certificarse en TI, con la perspectiva final de involucrar a estudiantes al mercado laboral.

La interacción del ecosistema se da entre universidades, empresas generadoras de tecnología y empresas certificadoras, lo cual permite a las universidades dar un valor agregado de certificación a sus estudiantes.

Aunque no se analizó la experiencia de usuario (BYOD), los participantes reportaron que con sus tabletas y teléfonos podían realizar varias tareas de instalación, configuración y administración de dispositivos, servidores y redes sin tener que recurrir a equipos físicos de mayor precio, lo cual posibilitó el uso de equipos y dispositivos de propiedad de los estudiantes.

A pesar de que los servicios de computación en la nube presentan muchas ventajas, queda claro que la migración a la nube no es una tarea fácil, ya que las instituciones de educación se enfrentan a varios retos que dificultan la adopción; mediante este aporte se consiguió mitigar algunos aspectos relacionados con la tecnología.

Debemos considerar que algunos protocolos relacionados con VDI son más eficientes que otros, lo cual permite crear políticas de priorización para el tráfico de red donde se obtenga el máximo provecho de los recursos de red disponibles, así, se mantendría los altos niveles de servicio, sin importar cómo se conectan las personas (incluso sobre banda ancha móvil o redes remotas que abarcan distintos sitios), análisis que puede formar parte de un trabajo futuro.

6.2. Trabajos futuros

Podemos concluir que futuros trabajos deben analizar con mayor profundidad aspectos como la escalabilidad de las plataformas, para asegurar el acceso masivo a la educación práctica, y también la relación entre el ancho de banda y la experiencia de usuario en entornos donde se requiera mayor capacidad de recursos con aplicaciones de uso intensivo de procesador y video, como aplicaciones 3D CAD/CAM.

Se propone como futuros trabajos un estudio de adopción y análisis de la experiencia del usuario en el uso masivo de estos ecosistemas. Sin embargo, más allá de los resultados académicos y económicos, también se deben considerar otros aspectos como la deserción, escalabilidad, el ancho de banda, experiencia BYOD y confianza en las certificaciones.

Otro trabajo futuro debe analizar la inclusión de otros mecanismos de control para asegurar que no se reserven y consuman todos los recursos disponibles, o implementar políticas de control para limitar los costos máximos; para tal fin se debe tener en cuenta QoS en términos educativos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrams, N. M. (2012). Combining cloud networks and course management systems for enhanced analysis in teaching laboratories. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 482–486. <https://doi.org/10.1021/ed200160d>
- Agarwal, A. (2012). “Circuits and Electronics,” MITx. *Chronicle of Higher Education*, 59(6), B10–B10. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=82115324&site=ehost-live&scope=site>
- Ajjan, H., & Hartshorne, R. (2008). Investigating faculty decisions to adopt Web 2.0 technologies: Theory and empirical tests. *Internet and Higher Education*, 11(2), 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2008.05.002>
- Akande, A. O., & Belle, J.-P. Van. (2016). The use of software as a service by students in higher education institutions: a systematic literature review. *Proceedings of the 18th Annual International Conference on Electronic Commerce: E-Commerce in Smart Connected World*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/2971603.2971604>
- Al-Atabi, M., & Deboer, J. (2014). Teaching entrepreneurship using Massive Open Online Course (MOOC). *Technovation*. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.01.006>
- Al-zoube, M. (2009). E-Learning on the Cloud. *International Arab Journal of E-Technology*, 1(2), 58–64. <https://doi.org/10.4018/jvple.2010091702>
- Alabbadi, M. M. (2011). Cloud computing for education and learning: Education and learning as a service (ELaaS). *2011 14th International Conference on Interactive Collaborative Learning*, (September), 589–594. <https://doi.org/10.1109/ICL.2011.6059655>
- Alharthi, A., Yahya, F., Walters, R. J., & Wills, G. B. (2015). An Overview of Cloud Services Adoption Challenges in Higher Education Institutions. *Closer2015*, Pag. 102-109.
- Aljena, E., Al-Anzi, F. S., & Alshayegi, M. (2011). Towards an efficient e-learning system based on cloud computing. In *Proceedings of the Second Kuwait Conference on e-Services and e-Systems - KCESS '11* (pp. 1–7). <https://doi.org/10.1145/2107556.2107569>
- Alonso García, C., & Gallego Gil, D. (2006). CHAEA Estilos de Aprendizaje. Retrieved from www.estilosdeaprendizaje.es
- Alshwaier, A. (2012). A New Trend for E-Learning in KSA Using Educational Clouds. *Advanced Computing: An International Journal*, 3(1), 81–97. <https://doi.org/10.5121/acij.2012.3107>
- Anton, F. D., Anton, S., & Borangiu, T. (2012). Educational services in cloud with IBM technology: A new model for open, on demand learning in higher education. In *2012 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2012*. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84866612154&partnerID=40&md5=afce35a0aadbe01adc5794d893fd3206>

- Archambault, L. M., & Barnett, J. H. (2010). Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. *Computers and Education*, 55(4), 1656–1662. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009>
- Armbrust, M., Stoica, I., Zaharia, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., ... Rabkin, A. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50. <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>
- Arpaci, I. (2017). Antecedents and consequences of cloud computing adoption in education to achieve knowledge management. *Computers in Human Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.024>
- Arregui, E. Á., & Martín, A. R. (2015). Inspirando el cambio en educación: Ecosistemas de formación para aprender a emprender. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 41(especial), 9–29. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052015000300002>
- Arregui, E. Á., Martín, A. R., Gonçalves, F. R., Álvarez Arregui, E., Rodríguez Martín, A., Ribeiro Gonçalves, F., ... Gonçalves, F. R. (2013). Ecosistemas de formación blended learning en la práctica universitaria: Valoración de los estudiantes sobre su implementación y efectos en los estilos de aprendizaje. *Revista Portuguesa de Educação*, 26(1), 143–177.
- Bandi, K. C., Nori, A. K., Choppella, V., & Kode, S. (2011). A virtual laboratory for teaching linux on the web. *Proceedings - IEEE International Conference on Technology for Education, T4E 2011*, 212–215. <https://doi.org/10.1109/T4E.2011.41>
- Bartlett-Bragg, A. (2006). Reflections on pedagogy: Reframing practice to foster informal learning with social software. Retrieved March, 20(September), 2007. <https://doi.org/10.1386/jmpr.4.1.55/0>
- Behind, T. M. (2015). The Minds Behind the MOOCs The Professors Who Make the MOOCs. *Chronicle of Higher Education*, 1–19.
- Behrend, T. S., Wiebe, E. N., London, J. E., & Johnson, E. C. (2011). Cloud computing adoption and usage in community colleges. *Behaviour & Information Technology*, 30(2), 231–240. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2010.489118>
- Boschman, F., McKenney, S., & Voogt, J. (2015). Exploring teachers' use of TPACK in design talk: The collaborative design of technology-rich early literacy activities. *Computers and Education*, 82, 250–262. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.010>
- Boukil, N., & Ibriz, A. (2015). Architecture of remote virtual labs as a service in cloud computing. *Proceedings of 2015 International Conference on Cloud Computing Technologies and Applications, CloudTech 2015*. <https://doi.org/10.1109/CloudTech.2015.7337014>
- Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D., & Seaton, D. T. (2013). Studying learning in the worldwide classroom: Research into edX's first MOOC. *Research & Practice in Assessment*, 8, 13–25. Retrieved from <papers3://publication/uuid/D2DE896D-3743-46EA-820F-2ACBACC1A78E>
- Brinson, J. R. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. *Computers and Education*, 87, 218–237.

- <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003>
- Brown, M. (2009). The NetGens 2.0: clouds on the horizon. *EDUCAUSE*, 44(1), 66–67. Retrieved from <http://connect.educause.edu/Library/EDUCAUSE+Review/TheNetGens20CloudsontheHo/47939> (accessed 27 February 2009)
- Caminero, A. C., Robles-Gómez, A., Ros, S., Hernández, R., Pastor, R., Oliva, N., & Castro, M. (2011). Harnessing clouds for e-learning: New directions followed by UNED. In *2011 IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2011* (pp. 412–416). <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773169>
- Cao, Y., Ajjan, H., & Hong, P. (2013). Using social media applications for educational outcomes in college teaching: A structural equation analysis. *British Journal of Educational Technology*, 44(4), 581–593. <https://doi.org/10.1111/bjet.12066>
- Casquero, O., Portillo, J., Ovelar, R., Romo, J., & Benito, M. (2008). Igoogle and gadgets as a platform for integrating institutional and external services. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 388, pp. 37–41).
- Cazau, P. (2006). *INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS SOCIALES* (Tercera Ed). Buenos Aires.
- Chai, C. S., Ling Koh, J. H., Tsai, C.-C., & Lee Wee Tan, L. (2011). Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computers & Education*, 57(1), 1184–1193. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.007>
- Chamberlin, L., & Parish, T. (2011). MOOCs: Massive Open Online Courses or Massive and Often Obtuse Courses? *ELearn*, 2011(8), 1. <https://doi.org/10.1145/2016016.2016017>
- Chang, V., & Guetl, C. (2007). E-Learning Ecosystem (ELES) - A Holistic Approach for the Development of more Effective Learning Environment for Small-and-Medium Sized Enterprises (SMEs). *2007 Inaugural IEEE-IES Digital EcoSystems and Technologies Conference*, 420–425. <https://doi.org/10.1109/DEST.2007.372010>
- Chard, K., Caton, S., Rana, O., & Bubendorfer, K. (2010). Social Cloud: Cloud computing in social networks. *Proceedings - 2010 IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing, CLOUD 2010*, 99–106. <https://doi.org/10.1109/CLOUD.2010.28>
- Chine, K. (2010). Learning math and statistics on the cloud, towards an EC2-based google docs-like portal for teaching/learning collaboratively with R and scilab. In *Proceedings - 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2010* (pp. 752–753). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2010.120>
- Conole, G., & Unido, R. (2013). Los MOOCs como tecnologías disruptivas: estrategias para mejorar la experiencia de aprendizaje y la calidad de los MOOCs. *Revista de La Educación a Distancia*, 16–28. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=15787680&AN=94820173&h=VzVjCkq7uvUNJ8kAK+K7yA/Qc2FIRXvGOFxOj0zitZN16ce6WuhMNPo1vWNpGLQeYir20XIhNBw95dI2rXBSUA==&crl=c>

- Creswell, J. W. (2008). *Educational research: planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River, NJ: Merrill. Creswell, JW (2009). *Research Design. Qualitative, and Mixed Methods Approaches*, 570–590.
- Cusumano, M. a. (2014). MOOCs revisited, with some policy suggestions. *Communications of the ACM*, 57(4), 24–26. <https://doi.org/10.1145/2580941>
- Daniel, S. J., Vázquez, E., & Gisbert, M. (2015). El futuro de los MOOC : ¿ aprendizaje adaptativo o modelo de negocio? Introducción de los MOOC. *Revista de Universidad y Sociedad Del Conocimiento - RUSC*, 12, 64–74. <https://doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2475>
- Daradoumis, T., Bassi, R., Xhafa, F., & Caballé, S. (2013). A review on massive e-learning (MOOC) design, delivery and assessment. *Proceedings - 2013 8th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 3PGCIC 2013*, 208–213. <https://doi.org/10.1109/3PGCIC.2013.37>
- David Merrill, M. (2009). First principles of instruction. *Instructional-Design Theories and Models*, 3(3), 41–56. <https://doi.org/10.4324/9780203872130>
- Delors, J. (1996). Los cuatro pilares de la educación. *Informe a La UNESCO de La Comisión Internacional Sobre La Educación Para El Siglo XXI*, 1–9. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- deWaard, I., Abajian, S., Gallagher, M. S., Hogue, R., Keskin, N., Koutropoulos, A., & Rodriguez, O. C. (2011). Using mLearning and MOOCs to understand chaos, emergence, and complexity in education. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(7 SPECIAL ISSUE), 94–115. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i7.1046>
- Dinita, R. I., Wilson, G., Winckles, A., Cirstea, M., & Jones, A. (2012). A cloud-based virtual computing laboratory for teaching computer networks. In *Proceedings of the International Conference on Optimisation of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM* (pp. 1314–1318). <https://doi.org/10.1109/OPTIM.2012.6231992>
- Doelitzscher, F., Sulistio, A., Reich, C., Kuijs, H., & Wolf, D. (2011). Private cloud for collaboration and e-Learning services: From IaaS to SaaS. *Computing (Vienna/New York)*, 91, 23–42. <https://doi.org/10.1007/s00607-010-0106-z>
- Dr. Roberto Hernández Sampieri. (2014). *Metodología de la investigación*. (McGrawHill, Ed.) (sexta edic).
- Ercan, T. (2010). Effective use of cloud computing in educational institutions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 938–942. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.130>
- Fernández, A., Peralta, D., Herrera, F., & Benítez, J. M. (2012). An overview of e-learning in cloud computing. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 173 AISC, pp. 35–46). https://doi.org/10.1007/978-3-642-30859-8_4
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2015). Methodological Approach and Technological Framework to Break the Current Limitations of MOOC Model. *Journal of Universal Computer Science*, 21(x), 712–734.
- Fisser, P., Rosenberg, J., Teske, J., Koehler, M., Smart, V., Tai, S. D., ... Herring, M. (2015). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Revision and

- Rethinking, 907–911.
- Frank, S. J. (2012). Review: MITx's online circuit and analysis course. *IEEE Spectrum*.
<https://doi.org/10.1109/MSPEC.2012.6281124>
- Frielick, S. (2004). Beyond constructivism: An ecological approach to e-learning. In *Beyond the comfort zone: Proceedings of the 21st ASCILITE Conference* (pp. 328–332). Retrieved from <http://www.ascilite.org.au/conferences/perth04/procs/frielick.html>
- Gajar, P. K., Ghosh, A., & Rai, S. (2013). Bring you own device (BYOD): Security risks and mitigating. *Journal of Global Research in Computer Science*, 4, 62–70.
- Game, I., Learning, B., In, G., & Training, T. (2014). Digital Learning - Digital Game-Based Learning And Video Games in Teacher Training. *Perspectives of Innovations, Economics & Business*, 14(3), 113–132. <https://doi.org/10.15208/pieb.2014.14>
- García-Peñalvo, F. J., García, Á. H., Conde, M. A., Blanco, Á. F., Pradas, S. I., Sein-Echaluze, M., ... Largo, F. L. (2015). Mirando hacia el futuro: Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje basados en servicios. *III Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015)*, (October 2015), 553–555. Retrieved from <http://oa.upm.es/41973/>
- García, F., Hernández, Á., Conde, M., Fidalgo, Á., Sein, M. L., Alier, M., ... Iglesias, S. (2015). Mirando hacia el futuro: Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje basados en servicios Looking into the future: Learning services-based technological ecosystems. *Innovación y Competitividad*. Retrieved from <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/479/1/EcosistemasTecnológicos.pdf>
- Gobble, M. M. (2014). Design Thinking. *Research Technology Management*, 57(3), 59–61. <https://doi.org/10.5437/08956308X5703005>
- González-Martínez, J. A., Bote-Lorenzo, M. L., Gómez-Sánchez, E., & Cano-Parra, R. (2014). IEEE TRANSACTIONS ON JOURNAL NAME, MANUSCRIPT ID 1 Cloud computing and education: A state-of- the-art survey. *IEEE Transactions on Education*.
- González, A., Aguaded, E., & Universidad, R. (2015). Aprendizaje cooperativo como aprendizaje efectivo. *REIDOCREA.*, VOLUMEN 4.(2009), 206–212.
- Gorghiu, G., Glava, A. E., Gorghiu, L. M., & Glava, C. C. (2011). Considerations related to the added values achieved in the VccSSe comenius 2.1 European project. In *Procedia - Social and Behavioral Sciences* (Vol. 30, pp. 1137–1141). <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.222>
- Govaerts, S., Cao, Y., Vozniuk, A., Holzer, A., Zutin, D. G., Ruiz, E. S. C., ... Gillet, D. (2013). Towards an online lab portal for inquiry-based STEM learning at school. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8167 LNCS, 244–253. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41175-5_25
- Gumber, K. (2015). Facilitating Classroom Technology Use through Virtual Desktop Infrastructure. *SITE 2015*, 2316–2320.
- Haggard, S. (2013). The Maturing of the MOOC. *BIS Research Paper 130*, (130), 123. Retrieved from https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/240

- 193/13-1173-maturing-of-the-mooc.pdf
- Head, K. (2013). Massive Open Online Adventure. *Chronicle of Higher Education*, 59(34), B24–B25. Retrieved from <http://jproxy.lib.ecu.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=87418646&site=ehost-live>
- Hernandez Rizzardini, R., Linares, B. H., Mikroyannidis, A., & Schmitz, H. C. (2013). Cloud services, interoperability and analytics within a role-enabled personal learning environment. *Journal of Universal Computer Science*, 19(14), 2054–2074.
- Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223–252. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-9022-5>
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2014). Students' and instructors' use of massive open online courses (MOOCs): Motivations and challenges. *Educational Research Review*. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2014.05.001>
- Hewlett-Packard. HP Accredited Technical Associate (2012). Retrieved from http://www.certiport.com/portal/common/htmllibrary/Certiport-Espanol/documents/Spanish_HP_ATA_Datasheet.pdf
- Hollands, F., & Tirthali, D. (2014a). MOOCs : Expectations and Reality. *Full Report Columbia University*, (May), 1–208.
- Hollands, F., & Tirthali, D. (2014b). MOOCs : Expectations and Reality. *Full Report*, (May), 1–208.
- Hollingsworth, J., & Powell, D. J. (2010). Teaching web programming using the Google Cloud. In *Annual Southeast Regional Conference* (pp. 1–5). <https://doi.org/10.1145/1900008.1900110>
- Hsu, P. F., Ray, S., & Li-Hsieh, Y. Y. (2014). Examining cloud computing adoption intention, pricing mechanism, and deployment model. *International Journal of Information Management*, 34(4), 474–488. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.04.006>
- Huijser, H., Kimmins, L., & Evans, P. (2008). Peer Assisted Learning in Fleximode : Developing an Online Learning Community. *Journal of Peer Learning*, 1, 51–60.
- Instructure, Devin Knighton, M. R. (2013). Qualtrics and Instructure Partner to Reveal Top Motivations for MOOC Students. Retrieved February 5, 2013, from <https://www.canvaslms.com/news/press-releases/qualtrics-and-instructure-reveal-mooc-students-top-motivations>
- Ivica, C., Riley, J. T., & Shubert, C. (2009). StarHPC - Teaching parallel programming within elastic compute cloud. In *Proceedings of the International Conference on Information Technology Interfaces, ITI* (pp. 353–356). <https://doi.org/10.1109/ITI.2009.5196108>
- Jardim, R. R., Lemos, E., & Herpich, F. (2014). U-Lab Cloud: uma proposta de laboratório virtual ubíquo baseado em. *Novas Tecnologias Na Educação*, 12, 1–10. Retrieved from <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/50282/31412>
- Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*. *Higher Education* (Vol. 2012). [https://doi.org/ISBN 978-0-](https://doi.org/ISBN_978-0-)

9883762-6-7

- Kabilan, M. K., Ahmad, N., & Abidin, M. J. Z. (2010). Facebook: An online environment for learning of English in institutions of higher education? *Internet and Higher Education*, 13(4), 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.07.003>
- Kay, J., Reimann, P., Diebold, E., & Kummerfeld, B. (2013). MOOCs: So many learners, so much potential. *IEEE Intelligent Systems*, 28, 70–77. <https://doi.org/10.1109/MIS.2013.66>
- Khmelevsky, Y., & Voytenko, V. (2010). Cloud Computing Infrastructure Prototype for University Education and Research Categories and Subject Descriptors. *Computing*, 1–5. <https://doi.org/10.1145/1806512.1806524>
- Kihara, T., & Gichoya, D. (2014). Use of cloud computing platform for e-learning in institutions of higher learning in Kenya. *2014 IST-Africa Conference Proceedings*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISTAFRICA.2014.6880638>
- Kikkas, K., Laanpere, M., & Põldoja, H. (2011). Open Courses: The Next big Thing in eLearning? In *Proceedings of the 10th European Conference on eLearning* (Vol. 1998, pp. 370–376).
- Kirkwood, K. (2010). The SNAP Platform: social networking for academic purposes. *Campus-Wide Information Systems*, 27(3), 118–126. <https://doi.org/10.1108/10650741011054429>
- Kirschner, a. (2012). A pioneer in online education tries a Mooc. *The Chronicle of Higher Education*, 1–11.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. *Engineering*, 2, 1051. <https://doi.org/10.1145/1134285.1134500>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009>
- Koh, J. H. L., & Chai, C. S. (2014). Teacher clusters and their perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) development through ICT lesson design. *Computers and Education*, 70, 222–232. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.017>
- Kolowich, S. (2014). The Professors Who Make the MOOCs. *Chronicle of Higher Education*, 2014, 1'19.
- Kop, R., & Fournier, H. (2011). A Pedagogy of Abundance or a Pedagogy to Support Human Beings ? Participant support on Massive Open Online Courses A Pedagogy of Abundance or a Pedagogy to Support Human Beings. *The International Review of Reshearch in Open and Distributed Learning*, 12(7), 74–93. Retrieved from <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/1041/2042>
- Kop, R., & Hill, A. (2008). Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past? *International Review of Research in Open and Distance Learning*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Krause, S. D. (2013). MOOC response about “listening to world music.” *College Composition and Communication*.
- Ladyshevsky, R. K., & Gardner, P. (2008). Peer assisted learning and blogging: A

- strategy to promote reflective practice during clinical fieldwork. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(3), 241–257. <https://doi.org/10.14742/ajet.1207>
- Lenhart, A., & Madden, M. (2007). Social networking websites and teens: An overview. *Pew Internet American Life Project*, 3, 10. <https://doi.org/10.1097/01.NMC.0000334902.99344.27>
- Lennon, R. G. (2012). Bring your own device (BYOD) with Cloud 4 education. *Proceedings of the 3rd Annual Conference on Systems, Programming, and Applications: Software for Humanity - SPLASH '12*, 171. <https://doi.org/10.1145/2384716.2384771>
- Lewin, T. (2012). College of Future Could Be Come One, Come All. *New York Times*, p. 1. Retrieved from <http://www.nytimes.com/2012/11/20/education/colleges-turn-to-crowd-sourcing-courses.html?pagewanted=all>
- Li, J., Peng, J., Zhang, W., Han, F., & Yuan, Q. (2011). A computer-supported collaborative learning platform based on clouds. *Journal of Computational Information Systems*, 7, 3811–3818. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80054704344&partnerID=40&md5=0ab50db8c9e215bd1a8849dff946a0d>
- Lockyer, L., & Patterson, J. (2008). Integrating Social Networking Technologies in Education: A Case Study of a Formal Learning Environment. *2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, (July), 529–533. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2008.67>
- Lorenz Birgy, Kalde Kätlin, & Kikkas Kaido. (2012). Trust and Security Issues in Cloud-Based Learning and Management. In *ICWL2012*.
- Lowe, D. (2014). MOOLs: Massive Open Online Laboratories: An analysis of scale and feasibility. *Proceedings of 2014 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2014*, (February), 1–6. <https://doi.org/10.1109/REV.2014.6784219>
- Lukaric, S., & Korin-Lustig, A. (2011). Learning CAD by LMS and cloud computing implementation. *International Convention MIPRO*, (Picture 1), 1123–1126.
- Luna Encalada, W., & Castillo Sequera, J. L. (2016). Nube Social para enseñanza práctica de Tecnología de Información: Una experiencia con Universidades en Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje IEEE-RITA*, 4(3), 101–110. Retrieved from http://rita.det.uvigo.es/VAEPRITA/index.php?content=Num_Pub&idiom=Es&visualiza=1&volumen=4&numero=3&orden=desc
- Luna, W., & Castillo, J. L. (2015). Collaboration in the Cloud for Online Learning Environments: An Experience Applied to Laboratories. *Creative Education*, 6(August), 1435–1445. <https://doi.org/10.4236/ce.2015.613144>
- Margaryan, A., Bianco, M., & Littlejohn, A. (2015). Instructional quality of Massive Open Online Courses (MOOCs). *Computers & Education*, 80, 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.005>
- Markoff, J. (2013). Essay-Grading Software Offers Professors a Break -. *New York Times*. Retrieved from <https://nowcomment.com/documents/33800#.WbRPCbpFwpw>

- Mazman, S. G., & Usluel, Y. K. (2010). Modeling educational usage of Facebook. *Computers and Education*, 55, 444–453. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.008>
- McDonald, D. and Breslin, C. and MacDonald, A. (2010). JISC Review of the environmental and organisational implications of cloud computing: final report. *Project and JISC Internal*, 5, 72.
- Mcloughlin, C., & Lee, M. J. W. (2007). Social software and participatory learning : Pedagogical choices with technology affordances in the Web 2 . 0 era Introduction : Social trends and challenges. *Ascilite 2007*, 664–675. <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2007.00367.x>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. *National Institute of Standards and Technology, Information Technology Laboratory*, 145, 7. <https://doi.org/10.1136/emj.2010.096966>
- Merrill, M. D. (2013). *First principles of instruction : identifying and designing effective, efficient, and engaging instruction. Essential resources for training and HR professionals.*
- Merrill, M. D., Barclay, M., & Schaak, A. Van. (2007). Prescriptive principles for instructional design. *Trends and Issues in Instructional Design and Technology.*
- Meza, J. (2012). *Modelo pedagógico para proyectos de formación virtual.* Retrieved from <https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342P/1522/wp-content/uploads/2013/02/Ebook-final.pdf>
- Mircea, M., & Andreescu, A. (2011). Using Cloud Computing in Higher Education: A Strategy to Improve Agility in the Current Financial Crisis. *Communications of the IBIMA.* <https://doi.org/10.5171/2011.875547>
- Mokhtar, S. A., Ali, S. H. S., Al-Sharafi, A., & Aborujilah, A. (2014). Organizational Factors in the Adoption of Cloud Computing in E-Learning. *2014 3rd International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies*, 188–191. <https://doi.org/10.1109/ACSAT.2014.40>
- Moltó, G. (2014). Gestión Eficiente de Cursos Online: La Experiencia de @CursoCloudAWS en la UPV. *Jornadas de Innovación Educativa y Docencia En Red (IN-RED 2014)*, (Fie), 1–15.
- Moltó, G., & Caballer, M. (2013). Scalable Software Practice Environments Featuring Automatic Provision and Configuration in the Cloud. *Researchgate.Net.* Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/259357017_Scalable_Software_Practice_Environments_Featuring_Automatic_Provision_and_Configuration_in_the_Cloud/file/3deec52b2b599d4cef.pdf
- Moser, S., Krapp, F., Bartele, S., Wunderlich, K., Groger, G., Slomka, F., & Schumacher, H. (2014). Cloud-based virtual desktop environment for advanced online master's courses. *2014 International Conference on Web and Open Access to Learning (ICWOAL)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICWOAL.2014.7009235>
- Motz, R., & Rodés, V. (2013). Pensando los Ecosistemas de Aprendizaje desde los Entornos Virtuales de Aprendizaje. *Conferencias LACLO*, 4(1), 1–8. Retrieved from

- <http://www.laclo.org/papers/index.php/laclo/article/download/99/92>.
- Munoz-Calle, J., Fernandez-Jimenez, F. J., Ariza, T., Sierra, A. J., & Vozmediano, J. M. (2016). Computing Labs on Virtual Environments: a Flexible, Portable and Multidisciplinary Model. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*. <https://doi.org/10.1109/RITA.2016.2619139>
- Noor, S. Al, Mustafa, G., Chowdhury, S. A., Hossain, Z., & Jaigirdar, F. T. (2010). A Proposed Architecture of Cloud Computing for Education System in Bangladesh and the Impact on Current Education System. *Journal of Computer Science*, 10, 7–13.
- Norris, C., & Soloway, E. (2011). From banning to BYOD: This inevitable shift is at the heart of school change. *District Administration*, 47, 94.
- Oludipe, O., Fatoki, O. K., Yekini, N. A., & Aigbokhan, E. E. (2014). Cloud-Based E-Learning Platform: From the Perspective of ‘ Structure ’ and ‘ Interaction .’ *International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences*, 1(1), 1–6.
- Ozdamli, F., & Asiksoy, G. (2016). Flipped Classroom Approach. *World Journal on Educational Technology*, 8(2), 98. <https://doi.org/10.18844/wjet.v8i2.640>
- Parr, C. (2013). Coursera Founder: Mooc Credits Aren’t the Real Deal. *Times Higher Education*, (2085).
- Peña, J. (2010). La concepción filosófica de lo virtual en la educación virtual. *Revista Colombiana de Educación*, (58), 118–138.
- Pineda, E., & González, C. (2016). *Destrezas en materia de redes en América Latina*. *IDC Analyze the Future*. Retrieved from <https://americas.thecisconetwork.com/site/content/lang/es/id/6114>
- Piovesan, S. D., Amaral, E. M. H., Arenhardt, C. P. B., & Medina, R. D. (2012). U-sea: A learning environment ubiquitous using cloud computing. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 7(1), 19–23. <https://doi.org/10.3991/ijet.v7i1.1838>
- Plonsey, R., & Barr, R. C. (2007). *Bioelectricity: A quantitative approach*. *Bioelectricity: A Quantitative Approach*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-48865-3>
- Pocutilu, P., Alecu, F., & Vettrici, M. (2010). Measuring the Efficiency of Cloud Computing for E-learning Systems. *WSEAS Transactions on Computers*, 9, 42–51. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1852381.1852386>
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrovi C, V. M., & Jovanovi, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309–327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- Rajaei, H., & Aldakheel, E. (2012). Cloud Computing in Computer Science and Engineering Education. *American Society for Engineering Education*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Cloud+Computing+in+Computer+Science+and+Engineering+Education#0>
- Richter, T., Boehringer, D., & Jeschke, S. (2011). Lila: A european project on networked experiments. *Automation, Communication and Cybernetics in Science and*

- Engineering 2009/2010*, 307–317. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16208-4_27
- Rugelj, J., Ciglarič, M., Krevl, a, Pančur, M., & Brodnik, a. (2012). Constructivist learning environment in a cloud. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 173 AISC, 193–204. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30859-8_18
- Saylor, A., Grunwald, D., Black, J., & White, E. (2014). Supporting CS Education via Virtualization and Packages Tools for Successfully Accommodating “ Bring-Your-Own-Device ” at Scale Categories and Subject Descriptors. *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 313–318. <https://doi.org/10.1145/2538862.2538928>
- Slater, N. (2010). eLearning in the Cloud. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 1(1), 10–19. <https://doi.org/10.4018/jvple.2010091702>
- Seoane Pardo, Antonio Miguel; García Peñalvo, F. J. (2007). Fundamentos filosóficos y epistemológicos de la monitorización para su aplicación a contextos de e-learning. *Revista Electrónica Teoría de La Educación. Educación y Cultura En La Sociedad de La Información*, 8, 9–30.
- Shakeabubakar, A. (2015). Cloud Computing Services and Applications to Improve Productivity of University Researchers. *International Journal of Information and Electronics Engineering*, 5(2), 153–157. <https://doi.org/10.7763/IJIEE.2015.V5.521>
- Staley, D. J. (2009). Managing the Platform: Higher Education and the Logic of Wikinomics. *Educause Review*, 44(February 2009), 36–47. Retrieved from <http://www.educause.edu/EDUCAUSE+Review/EDUCAUSEReviewMagazineVolume44/ManagingthePlatformHigherEduca/163579>
- Subbian, V. (2013). Role of MOOCs in integrated STEM education: A learning perspective. In *ISEC 2013 - 3rd IEEE Integrated STEM Education Conference*. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2013.6525230>
- Sultan, N. (2010). Cloud computing for education: A new dawn? *International Journal of Information Management*, 30(2), 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2009.09.004>
- Swartz, R., Costa, A., Beyer, B., Reagan, R., & Kallick, B. (2007). Thinking based learning. *Norwood, MA: Christopher-Gordon*, 12, 1–21.
- Teckelmann, R., Reich, C., & Sulistio, A. (2011). Mapping of cloud standards to the taxonomy of interoperability in IaaS. *Proceedings - 2011 3rd IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science, CloudCom 2011*, 522–526. <https://doi.org/10.1109/CloudCom.2011.78>
- Tedesco, J. (2007). Los pilares de la educación del futuro. *Revista Iberoamericana de Educación*. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2358510&orden=132022&info=link>
- Thomas, P. . (2011). Cloud computing: A potential paradigm for practising the scholarship of teaching and learning. *The Electronic Library*, 29(2), 214–224. <https://doi.org/10.1108/02640471111125177>
- van der Meer, J., & Scott, C. (2008). Shifting the Balance in First-Year Learning Support: from Staff Instruction to Peer-Learning Primacy. *Australasian Journal of Peer Learning*, 1(1), 9. Retrieved from <papers2://publication/uuid/01025A06-328A->

4FB5-B4C1-4502FCAD09F4

- Vaquero, L. M. (2011). EduCloud: PaaS versus IaaS cloud usage for an advanced computer science course. *IEEE Transactions on Education*, 54, 590–598. <https://doi.org/10.1109/TE.2010.2100097>
- Vecchiola, C., Pandey, S., & Buyya, R. (2009). High-performance cloud computing: A view of scientific applications. *I-SPAN 2009 - The 10th International Symposium on Pervasive Systems, Algorithms, and Networks*, 4–16. <https://doi.org/10.1109/I-SPAN.2009.150>
- Vouk, M. A., Rindos, A., Averitt, S. F., Bass, J., Bugaev, M., Kurth, A., ... Valenzisi, M. (2009). Using VCL technology to implement distributed reconfigurable data centers and computational services for educational institutions. *IBM Journal of Research and Development*, 53(4), 2:1-2:18. <https://doi.org/10.1147/JRD.2009.5429056>
- Wang, Q., Ye, X. D., Chen, W. D., & Xu, Y. F. (2012). A study of cloud education environment design and model construction. In *2012 2nd International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks, CECNet 2012 - Proceedings* (pp. 3082–3085). <https://doi.org/10.1109/CECNet.2012.6202308>
- Wu, C.-F., & Huang, L.-P. (2011). Developing the Environment of Information Technology Education using Cloud Computing Infrastructure Wen Feng Elementary School, Miaoli County, Taiwan. *American Journal of Applied Sciences*, 8(9), 864–871.
- Xu, L., Huang, D., & Tsai, W. (2012). V-lab: a cloud-based virtual laboratory platform for hands-on networking courses. In *Proceedings of the 2012 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 256–261). <https://doi.org/10.1145/2325296.2325357>
- Yan, C. (2011). Bulid a laboratory cloud for computer network education. In *ICCSE 2011 - 6th International Conference on Computer Science and Education, Final Program and Proceedings* (pp. 1013–1018). <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2011.6028808>
- Yang, C. Y., Chang, C. T., Chien, L. R., & Wang, C. Y. (2011). Adopting a connection oriented private cloud desktop to facilitate blended learning. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 202 CCIS, pp. 575–582). https://doi.org/10.1007/978-3-642-22456-0_82
- Yang, H. H. (2012). The development of collaborative action research through cloud computing document-sharing services and blended learning process. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84864969516&partnerID=40&md5=3c2e3ae36aa0a06785a6d7e1ecb31ddc>
- YOUNG, J. R. (2012). Coursera Announces Big Expansion, Adding 17 Institutions. *Chronicle of Higher Education*, 59(5), A21–A21. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=80416702&site=ehost-live&scope=site>
- Yu, S., & Kak, S. (2012). A Survey of Prediction Using Social Media. *ArXiv:1203.1647 [Cs.SI]*, 1–20. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1203.1647>
- Yuan, L., & Powell, S. (2013). *MOOCs and Open Education: Implications for Higher*

- Education. CETIS.* Retrieved from <http://publications.cetis.ac.uk/wp-content/uploads/2013/03/MOOCs-and-Open-Education.pdf>
<http://publications.cetis.ac.uk/2013/667>
<http://www.smartighered.com/wp-content/uploads/2013/03/MOOCs-and-Open-Education.pdf>
- Yuan, L., Powell, S., & Olivier, B. (2014). Beyond MOOCs: Sustainable Online Learning in Institutions. *Cetis Publications. Retrieved February, 8, 2014.*
- Zablah, I., Garcia-Loureiro, A., Gomez-Folgar, F., & Pena, T. F. (2012). Render on the cloud: Using cinelerra on virtualized infrastructures. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 945, pp. 28–32).
- Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications, 1*, 7–18. <https://doi.org/10.1007/s13174-010-0007-6>
- Zhang, Z., Wu, C., & Cheung, D. W. L. (2013). A Survey on Cloud Interoperability: Taxonomies, Standards, and Practice. *SIGMETRICS Perform. Eval. Rev., 40*(4), 13–22. <https://doi.org/10.1145/2479942.2479945>

ANEXOS

Anexo 1: Tareas a partir de contenidos de TI

Para identificar las tareas que resuelven problemas de TI, se utilizó los contenidos del programa de certificación en tecnologías de información, denominado HP-ATA. Las tablas 30, 31, 32 y 33 muestran la selección de contenidos de cada uno de los módulos de la carrera de TI, como son dispositivos, redes, servidores & almacenamiento y computación en la nube.

Tabla 30. Tareas a partir de contenidos del módulo de dispositivos

CONTENIDOS DEL MÓDULO DE DISPOSITIVOS	TAREAS Resolución de problemas de Dispositivos
Capítulo 1. Tipos de dispositivos Capítulo 2. Computadoras de escritorio Capítulo 3. Dispositivos de Almacenamiento Capítulo 4. Dispositivos perifericos Capítulo 5. Fundamentos sobre redes Capítulo 6. Sistema Operativo Windows Capítulo 7. Sistemas Operativos abiertos Capítulo 8. Sistemas Operativos Macintosh Capítulo 9. Notebooks y Netbooks Capítulo 10. Dispositivos móviles Capítulo 11. Cliente ligeros y Virtualizacion. Capítulo 12. Computacion en la nube Capítulo 13. Continuidad del negocio Capítulo 14. Mantenimiento continuo Capítulo 15. Solución de problemas Capítulo 16. Requerimientos tecnologicos	<i>Identificación de tecnologías:</i> Capítulo 1, Capítulo 2, Capítulo 3 Capítulo 4, Capítulo 5, Capítulo 6 Capítulo 7, Capítulo 8, Capítulo 9 Capítulo 10, Capítulo 11, Capítulo 12 <i>Planificación y diseño de soluciones:</i> Capítulo 13, Capítulo 14 Capítulo 15, Capítulo 16 <i>Instalación, configuración y actualización de tecnologías:</i> Capítulo 6, Capítulo 7, Capítulo 8 Capítulo 11, Capítulo 12 <i>Optimización de tecnologías</i> <i>Reparación y reemplazo de soluciones:</i> Capítulo 13, Capítulo 14, Capítulo 15 <i>Explicación de tecnologías:</i> Todos los capítulos. <i>Administración de tecnologías</i> <i>Monitoreo y optimización de tecnologías:</i> Capítulo 13, Capítulo 14, Capítulo 15, Capítulo 16

Fuente: Contenidos: Programa HP-ATA. Tareas: Autor.

Tabla 31. Tareas a partir de los contenidos del módulo de redes.

CONTENIDOS DEL MÓDULO DE REDES	TAREAS Resolución de problemas de redes
Capítulo 1. Principios fundamentales de redes Capítulo 2. Fundamentos de hardware de red Capítulo 3. Infraestructura de una red Capítulo 4. Switches Capítulo 5. Protocolo TCP-IP Capítulo 6. Enrutamiento Capítulo 7. Redes inalámbricas Capítulo 8. Diseño de redes Capítulo 9. Instalación de redes Capítulo 10. Administración y gestión de redes Capítulo 11. Operaciones en red Capítulo 12. Seguridad en la red Capítulo 13. Solución de problemas de red Capítulo 14. Optimización, disponibilidad y confiabilidad Capítulo 15. PCM+	<i>Identificación de tecnologías</i> Capítulo 1, Capítulo 2, Capítulo 3 Capítulo 4, Capítulo 5, Capítulo 6 Capítulo 7 <i>Planificación y diseño de soluciones</i> Capítulo 8, Capítulo 9, Capítulo 10 Capítulo 11, Capítulo 12, Capítulo 13 Capítulo 14, Capítulo 15 <i>Instalación, configuración y actualización de tecnologías</i> Capítulo 9, Capítulo 10, Capítulo 11 <i>Optimización de tecnologías.</i> <i>Reparación y reemplazo de soluciones</i> Capítulo 11, Capítulo 12, Capítulo 13 Capítulo 14, Capítulo 15 <i>Explicación de tecnologías</i> Todos los capítulos <i>Administración de tecnologías.</i> <i>Monitoreo y optimización de tecnologías.</i> Capítulo 12, Capítulo 13 Capítulo 14, Capítulo 15

Fuente: Contenidos: Programa HP-ATA. Tareas: Autor.

Tabla 32. Tareas a partir de contenidos del módulo de servidores & almacenamiento

CONTENIDOS DEL MÓDULO DE SERVIDORES & ALMACENAMIENTO	TAREAS Resolución de problemas de servidores & almacenamiento
<p>Capítulo 1: Introducción a servidores</p> <p>Capítulo 2: El centro de datos</p> <p>Capítulo 3: Dentro de un Servidor</p> <p>Capítulo 4: Instalando un servidor en Rack</p> <p>Capítulo 5: Conjunto de Soluciones</p> <p>Capítulo 6: Instalación y Configuración Windows</p> <p>Capítulo 7: Instalación y configuración de Linux</p> <p>Capítulo 8: HP System Management</p> <p>Capítulo 9: Configuración de funciones de Red.</p> <p>Capítulo 10: Tecnologías de Almacenamiento</p> <p>Capítulo 11: Configuración de Almacenamiento</p> <p>Capítulo 12: Planeando la Continuidad del Negocio</p> <p>Capítulo 13: Administración de Configuración.</p> <p>Capítulo 14: Proceso de Solución de Problemas</p> <p>Capítulo 15: Optimización</p> <p>Capítulo 16: Arquitectura BladeSystem</p> <p>Capítulo 17: Diseño y Recopilación de Requerimientos</p>	<p><i>Identificación de tecnologías:</i></p> <p>Capítulo 1, Capítulo 2, Capítulo 3</p> <p>Capítulo 4, Capítulo 5, Capítulo 6</p> <p>Capítulo 7, Capítulo 8, Capítulo 9</p> <p>Capítulo 10, Capítulo 11</p> <p><i>Planificación y diseño de soluciones</i></p> <p>Capítulo 12, Capítulo 13</p> <p>Capítulo 14, Capítulo 15</p> <p>Capítulo 16, Capítulo 17</p> <p><i>Instalación, configuración y actualización de tecnologías:</i></p> <p>Capítulo 6, Capítulo 7, Capítulo 9</p> <p>Capítulo 11, Capítulo 13</p> <p><i>Optimización de tecnologías.</i></p> <p><i>Reparación y reemplazo de soluciones:</i></p> <p>Capítulo 14, Capítulo 15, Capítulo 17</p> <p><i>Explicación de tecnologías</i></p> <p>Todos los capítulos</p> <p><i>Administración de tecnologías</i></p> <p><i>Monitoreo y optimización de tecnologías:</i></p> <p>Capítulo 13, Capítulo 14, Capítulo 15, Capítulo 17</p>

Fuente: Contenidos: Programa HP-ATA. Tareas: Autor.

Tabla 33. Tareas a partir de contenidos del módulo de nube

CONTENIDOS DEL MÓDULO DE NUBE	TAREAS Resolución de problemas de nube
<p>Capítulo 1: Infraestructura convergente</p> <p>Capítulo 2: Implementación BladeSystem</p> <p>Capítulo 3: Interconexiones y almacenamiento BladeSystem</p> <p>Capítulo 4: Virtualización de servidores</p> <p>Capítulo 5: VMware ESXi y vSphere Client</p> <p>Capítulo 6: Máquinas Virtuales</p> <p>Capítulo 7: Monitoreo y Optimizando Máquinas Virtuales</p> <p>Capítulo 8: Clientes Virtuales y Remotos</p> <p>Capítulo 9: Bursting de la Nube</p> <p>Capítulo 10: Soluciones de Uso Compartido de Archivos</p> <p>Capítulo 11: Soluciones de Mensajería y Comunicaciones</p> <p>Capítulo 12: Soluciones de Colaboración y Productividad de Grupos</p> <p>Capítulo 13: Diseñando e Implementación de soluciones Hosting de Aplicaciones</p> <p>Capítulo 14: Diseño e Implementación Online Presence</p> <p>Capítulo 15: Medios Sociales</p> <p>Capítulo 16: Diseño e Implementación de soluciones de recuperación de desastres</p> <p>Capítulo 17: Optimización y Aplicación del Proceso de Solución de Problemas</p> <p>Capítulo 18: Explorando HP Converged Cloud</p>	<p><i>Identificación de tecnologías:</i></p> <p>Capítulo 1, Capítulo 2, Capítulo 3, Capítulo 4, Capítulo 5, Capítulo 6, Capítulo 7, Capítulo 8, Capítulo 9</p> <p><i>Planificación y diseño de soluciones:</i></p> <p>Capítulo 11, Capítulo 12, Capítulo 13, Capítulo 14, Capítulo 15, Capítulo 16, Capítulo 17, Capítulo 18</p> <p><i>Instalación, configuración y actualización de tecnologías:</i></p> <p>Capítulo 13, Capítulo 14, Capítulo 16</p> <p><i>Optimización de tecnologías.</i></p> <p><i>Reparación y reemplazo de soluciones</i></p> <p>Capítulo 10, Capítulo 11, Capítulo 12 Capítulo 17</p> <p><i>Explicación de tecnologías.</i></p> <p>Todos los capítulos</p> <p><i>Administración de tecnologías.</i></p> <p><i>Monitoreo y optimización de tecnologías:</i></p> <p>Capítulo 10, Capítulo 11, Capítulo 12, Capítulo 13, Capítulo 14, Capítulo 16, Capítulo 17</p>

Fuente: Contenidos: Programa HP-ATA. Tareas: Autor

Anexo 2: Marco tecnológico de nube social para práctica de TI

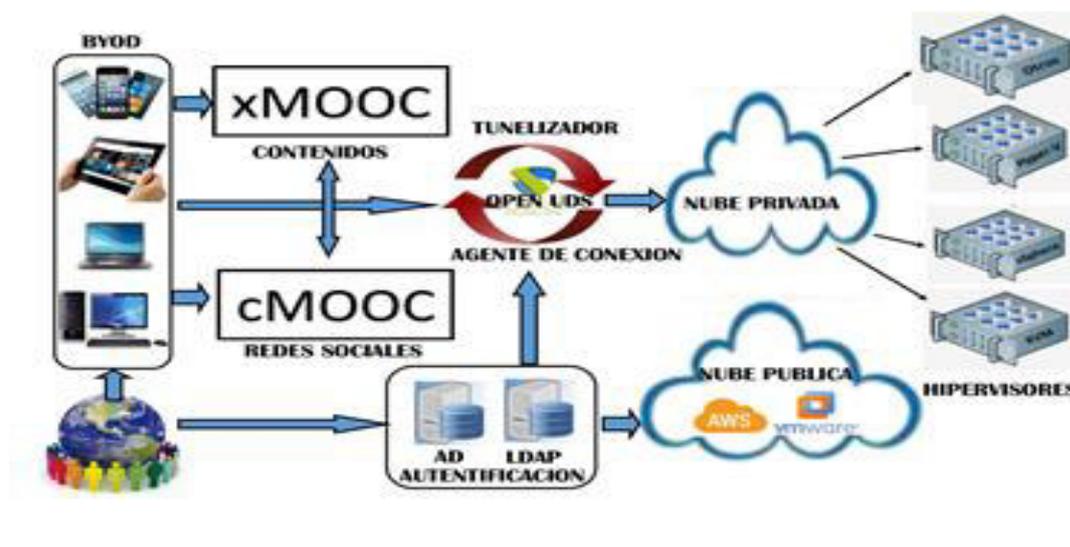
El marco tecnológico define los recursos virtuales que se pone a disposición de los estudiantes desde los xMOOCs y los cMOOCs (redes sociales). Open UDS actúa como gestor de tráfico, el cual permite o deniega el acceso a los recursos definidos por el profesor (a través de la ruta más adecuada). Las máquinas virtuales son instaladas en varios hipervisores como oVirt, Hyper-V, KVM, Vsphere, entre otros, y son alojados en nube. En el marco tecnológico que se indica en la figura 26, también se puede acceder a recursos virtuales alojados en capas gratuitas de nubes públicas como la de Amazon o VMware. La estructura abierta de OpenUDS permite el cambio entre sistemas operativos, hipervisores, autenticadores y protocolos. La vinculación de todas las herramientas tecnológicas es posible gracias a un bróker de conexión multiplataforma y un tunelizador que configura un ecosistema para educación denominado “nube social” para prácticas de TI.

Implementación del ecosistema de nube social

El ecosistema de nube social se implementó con base en el marco tecnológico propuesto; la infraestructura utiliza herramientas tecnológicas de los tres servicios de la computación en la nube como son:

- Software como servicio (SaaS) con el uso de redes sociales y app como google Apps, Dropbox, OneDrive, etc.
- Plataforma como servicio (PaaS) con el uso de Courser builder bajo la plataforma de Google App Engine para publicación de los MOOC.
- Infraestructura como Servicio (IaaS) con el uso de OpenUDS como servicio de escritorio virtual (VDI), que ofrece máquinas virtuales con software preinstalado, necesario para la realizar prácticas de TI, como se realiza en laboratorios físicos.

Figura 26. Marco tecnológico de nube social para enseñanza práctica de TI



Elaborada por el autor

Este ecosistema mitiga las barreras de uso inherentes a la tecnología, transparentando la complejidad tecnológica, lo cual permite al profesor centrarse en la creación y entrega de contenido, así, se convierte al alumno en el centro de las actividades en línea, de este modo se facilitan nuevas formas de creación, colaboración y consumo de contenido, como también la posibilidad de realizar prácticas de TI.

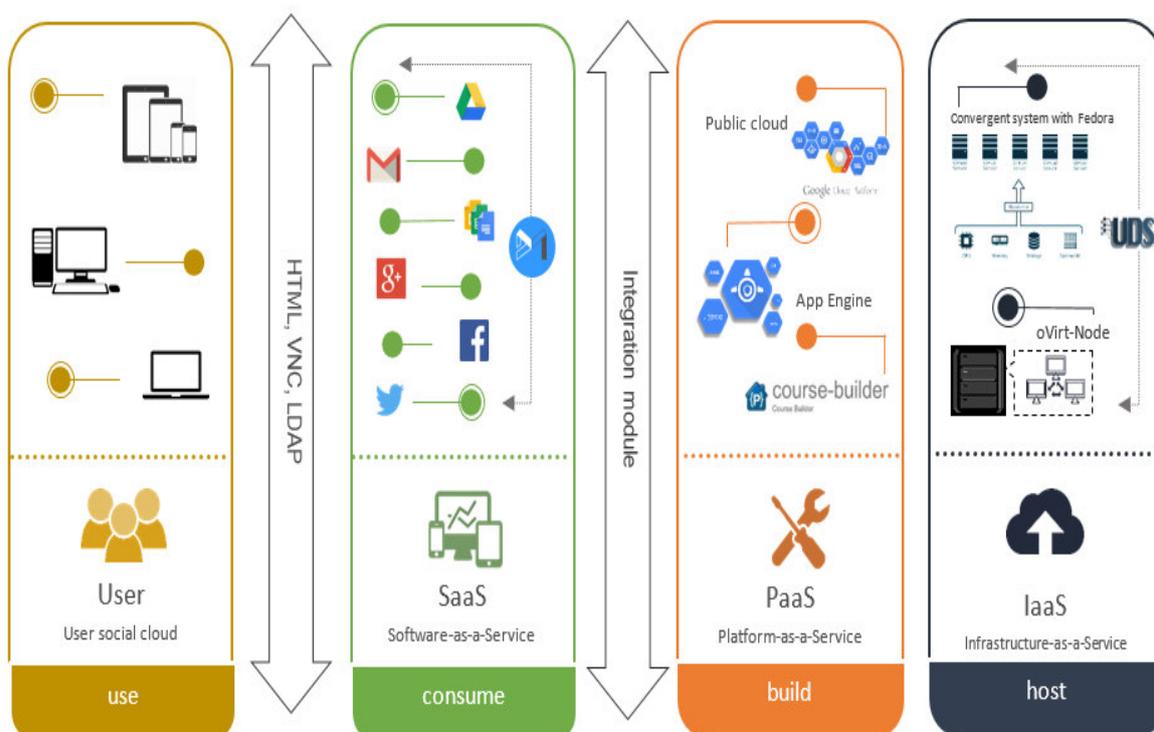
A continuación, se presenta una descripción del diseño y arquitectura de la infraestructura como servicio de nube implementado mediante OpenUDS. OpenUDS tiene distintos componentes, entre los más importantes podemos citar los siguientes:

- Bróker de conexiones
- Base de datos MySQL
- Servicio de autenticación mediante LDAP
- Tunelizador

- Servicios de escritorio virtual con oVirt.

Todos estos servicios se consumen desde la intranet institucional o desde el internet mediante MOOC, que se implementó utilizando la plataforma de código abierto para educación en línea llamada Course Builder de Google, el mismo que se aloja en la nube Google App Engine. La arquitectura se indica en la figura 27.

Figura 27. Implementación de nube social



Elaborada por el autor

Para el despliegue de OpenUDS, se utilizó dos servidores físicos. El primero es un servidor con sistema operativo Linux Fedora Server versión 23 de 64 bits, que virtualiza todos los componentes y servicios para el funcionamiento de OpenUDS mediante virtualización completa ofrecida por KVM/QUEMU. En el segundo servidor, se instaló el sistema operativo oVirt-node versión 3.0.4 con arquitectura de 64 bits, utilizado este como un servidor físico independiente debido a la cantidad de memoria, procesador y red

que este consume al otorgar los recursos a las máquinas virtuales para un funcionamiento estable y escalable de la infraestructura de escritorio virtual (VDI). En el diagrama de la figura 28, se muestra la arquitectura usada en el despliegue OpenUDS y todos sus servicios.

Para el despliegue de OpenUDS se utilizó dos servidores físicos. El primero es un servidor con sistema operativo Linux Fedora Server versión 23 de 64 bits, que virtualiza todos los componentes y servicios para el funcionamiento de OpenUDS, así, se utilizó la virtualización completa ofrecida por KVM/QUEMU. En el segundo servidor se instaló el sistema operativo oVirt-node versión 3.0.4 con arquitectura de 64 bits, utilizado este como un servidor físico independiente debido a la cantidad de memoria, procesador y red que este consume al otorgar los recursos a las máquinas virtuales para un funcionamiento estable y escalable de la infraestructura de escritorio virtual (VDI). En el diagrama de la figura 29, se muestra la arquitectura usada en el despliegue OpenUDS y todos sus servicios.

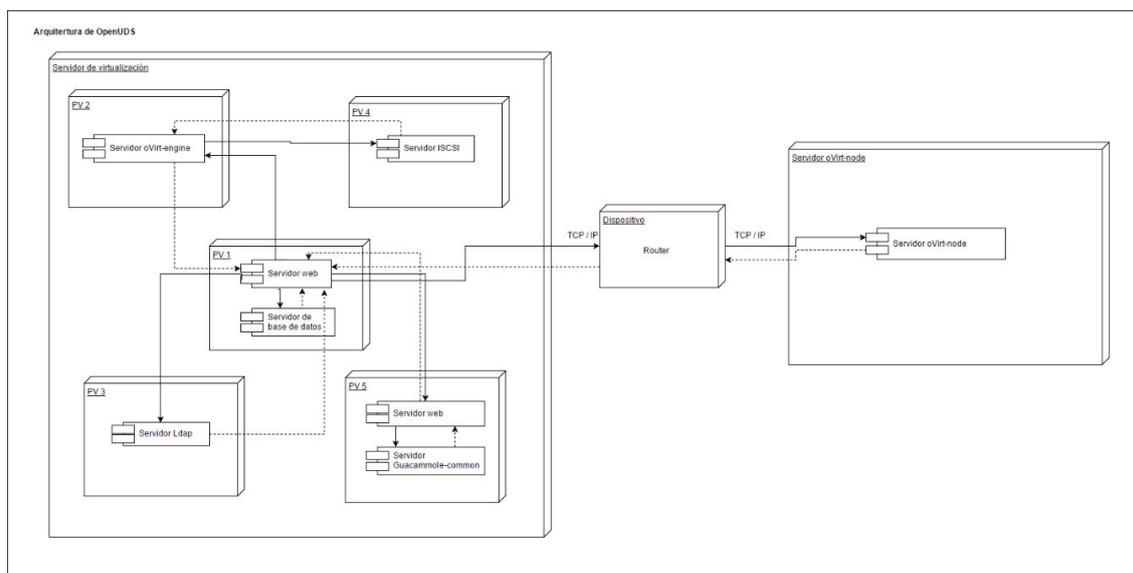
El primer servidor aloja varias máquinas virtuales que brindan los servicios necesarios para el funcionamiento de la infraestructura, tales como:

Servidor Virtual PV1: Este servidor usa el sistema operativo Debian versión 8, y se utilizará como un bróker de conexiones para la administración y despliegue de escritorios virtuales. Los componentes que conforman el bróker de conexiones son un servicio web en Apache que proporciona un front-end para el uso de los servicios de OpenUDS, el servicio de MySQL como una base de datos de gestión interna del bróker de conexiones, el Actor UDS que facilita la interacción entre el bróker de conexiones y un escritorio virtual, y el demonio taskManager que permite la administración grafica de los recursos de OpenUDS.

En la figura 29, se muestra el diagrama del servidor virtual PV1 y la interacción con el entorno OpenUDS.

Servidor Virtual PV2: Servidor virtualizado con sistema operativo CentOS versión 6.8 de 64 bits, con oVirt-engine versión 3.4, es responsable de proporcionar recursos a través de oVirt-node a las máquinas virtuales o nodos. También se encarga de la asignación del almacenamiento compartido en red por medio de FreeNAS.

Figura 28. Diagrama de la arquitectura OpenUDS



Elaborada por el autor

Servidor Virtual PV3: Servidor virtualizado con sistema operativo Centos 6.8, con servicio LDAP, para la autenticación centralizada del ecosistema de nube social.

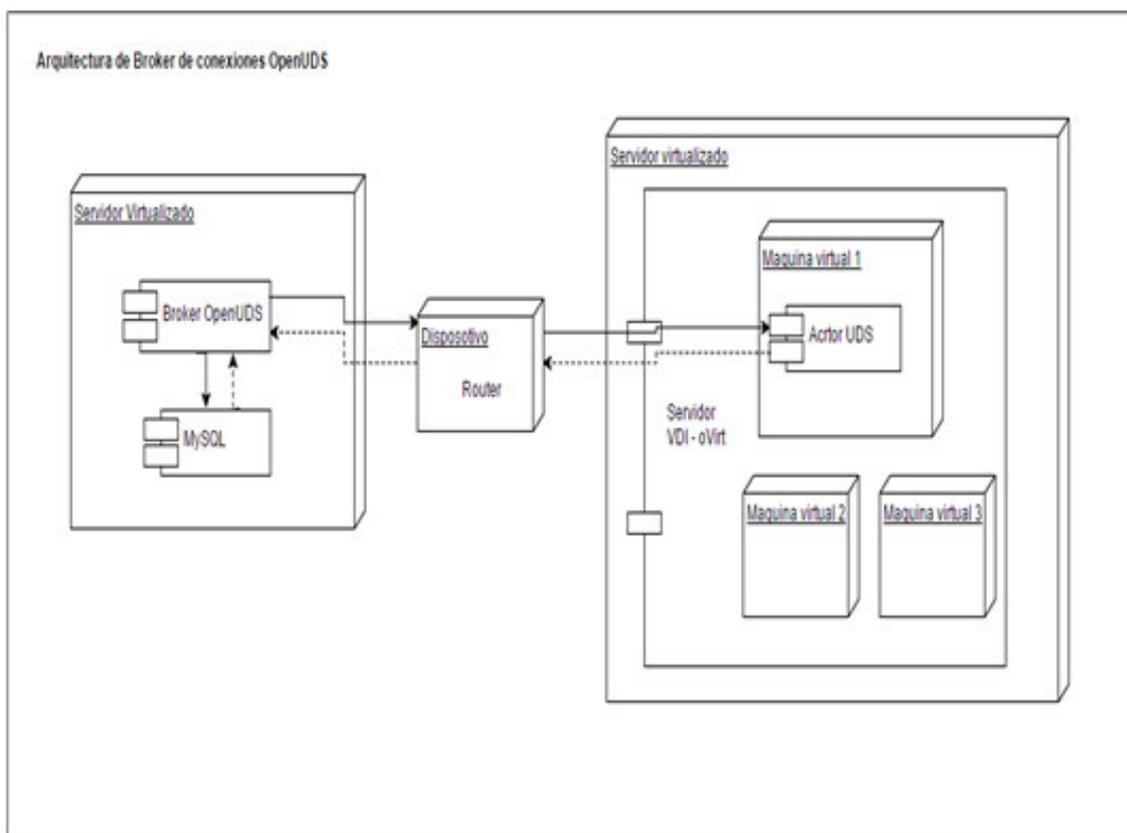
Servidor Virtual PV4: Servidor virtualizado con sistema operativo FreeNAS 9.10, que se encarga de gestionar el almacenamiento a ser usado por las máquinas virtuales por medio de la red bajo el protocolo ISCSI.

Servidor Virtual 5: Servidor virtualizado con el sistema operativo.

Debian 8 actúa como un tunelizador para el acceso a los servicios proporcionados por OpenUDS por medio de html5 y soportado con librerías guacamole-common del servidor web de guacamole.

Toda esta infraestructura explicada se consume mediante un MOOC, desarrollado con la plataforma de Course Builder con versión 1.10, de Google, que a su vez puede integrarse con herramientas de Google como Docs, Hangouts, Calendar, Drive, Groups y otras. Couse Builder fue personalizado mediante el framework Django y el lenguaje de programación Python

Figura 29. Arquitectura del Broker de conexiones OpenUDS

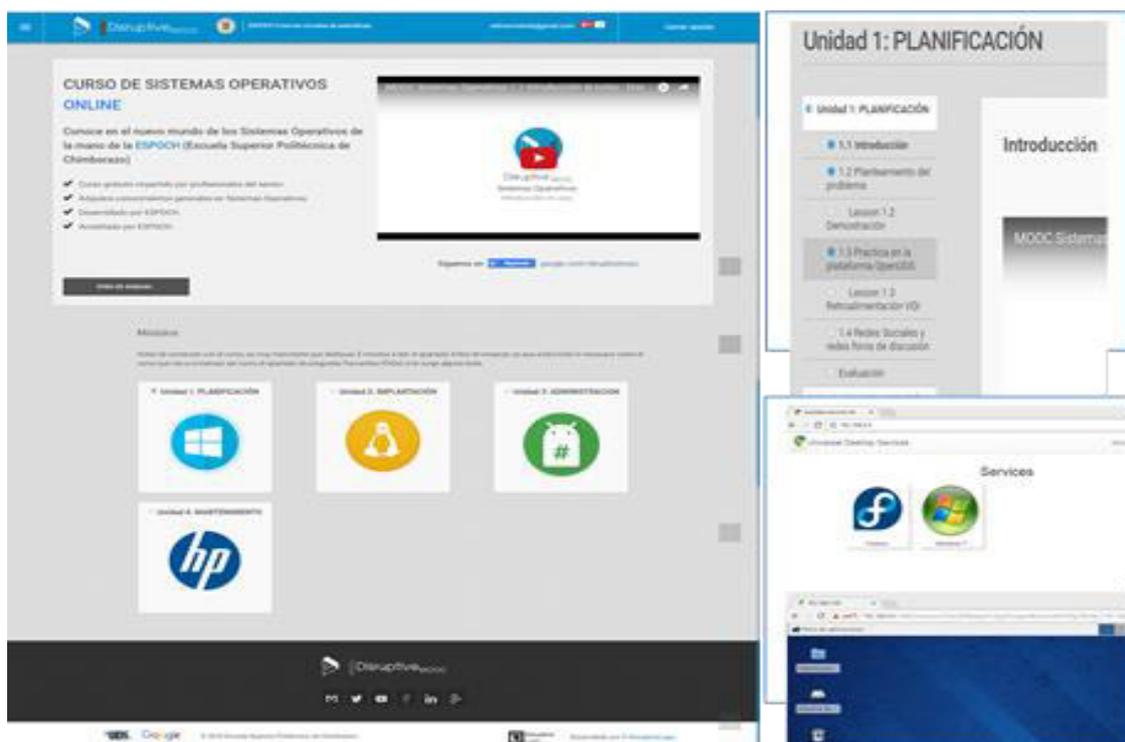


Elaborada por el autor

Anexo 3: Uso del ecosistema

Una vez que el participante accede, se le presenta una interfaz con una serie de recursos y actividades, organizada como se indica en la figura 30.

Figura 30. Interfaz del MOOC



Elaborada por el autor

- **Introducción.** - Se enuncia la tarea y problema a resolver.
- **Objetivo.** - Plantea la meta a alcanzar y se relaciona con escenarios reales.
- **Contenidos.** - Se presenta la base teórica de la actividad mediante archivos de lecturas en formato pdf, y también se presenta un enlace a la página web de HP-press, en donde encuentra libros de estudio de HP.

- Demostración. - Se demuestra cómo resolver el problema que cada tarea plantea mediante videos y simuladores.
- Práctica. - En este recurso se accede mediante servicios VDI a máquinas virtuales generadas en varios hipervisores.
- Ensayos cortos. - Se solicita que el participante plantee un escenario similar al tratado, que permita aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas.
- Evaluación. - Se accede a un examen de prueba en modo adaptativo publicado en la plataforma Certiport de Pearson VUE, que, a su vez, enlaza a varios recursos especialmente sitios web que refuerzan el conocimiento.

Una vez que el estudiante considera que tiene los suficientes conocimientos y la práctica en TI, puede rendir su evaluación, ya sea en la propia plataforma o en plataformas externas de un centro certificador.

El modelo de implantación del ecosistema de nube social para enseñanza práctica de TI se cumple en la implementación con los siguientes módulos:

A. Planteamiento de tareas

Este principio se cumple mediante los módulos de introducción, objetivos y contenidos.

B. Demostración

Para la demostración de la ejecución de las tareas y resolución de problemas, se utiliza el video como recurso principal. Se puede utilizar videos ya publicados en redes sociales, pero, además, los participantes pueden generar sus propios videos sobre la instalación, configuración o administración de TI, para ello se puede utilizar diversos hipervisores que permiten capturar toda la actividad realizada en las máquinas virtuales. Estos videos pueden ser publicados en un canal de YouTube, para luego ser compartidos mediante otras redes sociales.

C. Aplicación

La aplicación de los contenidos con práctica de TI se genera mediante virtualización, para ello, se utilizan varios hipervisores como KVM, Vmware o Virtualbox.

El acceso a las máquinas virtuales almacenadas en nube se establece mediante infraestructuras de escritorio virtual (VDI). El módulo VDI permite el acceso a un conjunto de máquinas virtuales generadas con varios hipervisores almacenadas en nube. El estudiante selecciona o crea una o más máquinas virtuales adaptadas a la práctica a realizar, según los contenidos y el problema a resolver.

VDI es implantado mediante servicios abiertos de directorio universal OpenUDS (<https://www.openuds.org>). OpenUDS es un proyecto abierto iniciado por la empresa VirtualCable y varias universidades de España, que actúa como un bróker de conexiones multiplataforma para administración y despliegue de escritorios virtuales de Windows y Linux, con acceso de usuarios a recursos TI alojados en nube, tal como se indica en la arquitectura propuesta.

La plataforma se vincula con la capa gratuita de Amazon Web Services (AWS) y a laboratorios virtuales de Horizon 6 de VMware; en estas plataformas se pueden crear instancias de máquinas virtuales gratuitas de Windows y Linux para conseguir experiencia práctica sobre tareas de instalación, configuración y administración de sistemas operativos, redes y servidores.

E. Integración

Para cumplir con este principio instructivo, se utilizó las redes sociales como facebook, twitter o google apps.

D. Activación

Para demostrar los conocimientos y habilidades prácticas, se utilizó exámenes de prueba proporcionados por HP y publicados en la plataforma Certiport de Pearson VUE. Estos

exámenes tienen una modalidad abierta o libre, con retroalimentación inmediata, enlazada a varios sitios web que refuerzan el conocimiento. No hay límites de tiempo, el estudiante personaliza su preparación a su ritmo de estudio y termina el examen solo cuando cree que se adquirió el conocimiento o habilidad.

Anexo 4: Metodología SCRUM para implementación de la nube social

Para el desarrollo e implementación del ecosistema de nube social, se utilizó la metodología de desarrollo ágil SCRUM, debido a su adaptación a los cambios que se fueron generando a lo largo del proyecto. La metodología de gestión de proyectos de desarrollo de software SCRUM permite abordar proyectos complejos, así, utiliza un conjunto de buenas prácticas, donde se hace hincapié en el desarrollo de software colaborativo, el software funcional, la gestión del equipo de desarrollo, y la flexibilidad para adaptarse a las necesidades del proyecto y su mejora continua a través de los entregables analizados por el cliente.

Las personas y roles contempladas en el proyecto son:

Cliente (Product Owner):

Según la organización de productos ágiles, el Cliente tiene las siguientes responsabilidades:

- Ser el representante de todas las personas interesadas en los resultados del proyecto o consumidores finales del producto y actuar como interlocutor único ante el equipo, con autoridad para tomar decisiones
- Definir los objetivos del producto o proyecto
- Dirigir los resultados del proyecto y maximizar su ROI (Return Of Investment).
- Colaborar con el equipo para planificar, revisar y dar detalle a los objetivos de cada iteración

Tabla 34. Tipos y Roles de Usuario

Tipo de usuario	Rol
Autores del curso	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir contenido al curso como unidades, lecciones, evaluaciones, preguntas, anuncios • Añadir elementos al contenido del curso como imágenes, videos de YouTube, archivos HTML y archivos de Google Drive • Administrar la composición del curso y sus elementos desde el desarrollador del curso • Personalizar el registro del curso y preparar un mensaje de bienvenida para los estudiantes • Crear uno o más grupos de estudiantes y hacer que el contenido del curso está disponible basado en la pertenencia al grupo • Establecer criterios para completar con éxito el curso y obtener un certificado • Preparar un correo electrónico que registraron los estudiantes pueden enviar a invitar a otras personas a inscribirse en el curso • Establecer un foro grupal en Google para mejorar el curso e invitar a los estudiantes hacer preguntas y discutir el material • Crear y liberar las noticias sobre su curso • Traducir su curso a otros idiomas • Generar un conjunto de habilidades para enseñar y mapear sus relaciones • Crear pistas para proporcionar un subconjunto de material del curso a los estudiantes que puedan optar en seguirlo • Crear etiquetas para categorizar elementos del curso • Permitir que el curso pueda estar disponible al público o algún subconjunto de la población
Administradores técnicos	<p>Crear, gestionar y configurar el desarrollo del curso en Google App Engine.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Administrar el sitio • Depuración de los cursos • Analizar datos para la toma de decisiones • Actualizar el desarrollador de cursos • Crear laboratorios computación virtuales • Gestionar máquinas virtuales
Desarrolladores	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar servidor de desarrollo • Personalizar el desarrollador del curso • Crear sub-tareas específicas para tareas comunes de personalización

Elaborada por el autor

Desarrollador

Tiene la responsabilidad de:

- Desarrollar e implementar el producto del proyecto
- Definir y estimar las tareas de cada requerimiento

- Distribuir los requerimientos que se puedan desarrollar en cada iteración
- Presentar al cliente los requisitos contemplados en cada iteración
- Capacidad de autogestión
- Compromiso con el equipo y el proyecto

El proyecto desarrollado consta de tres tipos de usuario, el rol de cada uno de ellos se detalla en la tabla 30.

La planificación de un proyecto de software permite definir un marco de trabajo integral y definir una estimación razonable de costos y recursos para el desarrollo e implementación de un sistema. La planificación facilitará al cliente realizar el seguimiento del proyecto durante el desarrollo, no obstante, se pueden generar modificaciones moderadas sin que haya repercusiones tanto para grupo de desarrollo como para el cliente. La planificación de este proyecto se basó en la metodología SCRUM, y dio como resultado la definición de 8 Sprints con la duración de un mes cada uno, como se indica desde la tabla 35 hasta la tabla 42.

Tabla 35. Sprint 1. Metodología SCRUM

Sprint 1	20 días	lun 30/05/16	vie 24/06/16
Como desarrollador necesito implementar el bróker de conexiones OpenUDS.	20 días	lun 30/05/16	vie 24/06/16
Como desarrolladores se necesita establecer un estándar de codificación	3 días	lun 30/05/16	mié 01/06/16
Como desarrolladores se necesita establecer los bocetos de las interfaces de usuario	5 días	jue 02/06/16	mié 08/06/16
Como desarrolladores se necesita determinar la arquitectura del sistema	2 días	jue 09/06/16	vie 10/06/16
Como desarrolladores se necesita diseñar la arquitectura del sistema	3 días	lun 13/06/16	mié 15/06/16
Como desarrolladores se necesita desplegar el servidor de desarrollo de Course Builder	5 días	jue 16/06/16	mié 22/06/16
Como desarrolladores se necesita diseñar la imagen corporativa de la plataforma	2 días	jue 23/06/16	vie 24/06/16
Hito 1	0 días	vie 24/06/16	vie 24/06/16

Elaborada por el autor

Tabla 36. Sprint 2. Metodología SCRUM

Sprint 2	20 días	lun 27/06/16	vie 22/07/16
Como desarrollador necesito implementar logueos a la plataforma OpenUDS mediante Ldap.	10 días	lun 27/06/16	vie 08/07/16
Como desarrollador necesito implementar el nodo oVirt-node.	10 días	lun 11/07/16	vie 22/07/16
Como desarrolladores necesitamos crear una plantilla responsiva para las páginas que conforman un curso	5 días	lun 27/06/16	vie 01/07/16
Como autor del curso necesito se desarrolle un menú donde se muestre de forma dinámica las pestañas del curso como anuncios, curso, foro, progreso, Mis cursos, registro, Administrador de acuerdo en la página que se encuentre	5 días	lun 04/07/16	vie 08/07/16
Como autor del curso necesito de diseñe una portada de inicio administrable para los cursos	5 días	lun 11/07/16	vie 15/07/16
Como autor del curso necesito se agregue el silabo a la página de inicio del curso para desplegar los módulos que conformaran el curso.	5 días	lun 18/07/16	vie 22/07/16
Hito 2	0 días		

Elaborada por el autor

Tabla 37. Sprint 3. Metodología SCRUM

Sprint 3	20 días	lun 25/07/16	vie 19/08/16
Como desarrollador necesito implementar el engine oVirt-engine.	10 días	lun 25/07/16	vie 05/08/16
Como desarrollador necesito implementar el almacenamiento de oVirt-node mediante FreeNAS.	10 días	lun 08/08/16	vie 19/08/16
Como autor del curso necesito se cree una plantilla para el registro de usuarios	5 días	lun 25/07/16	vie 29/07/16
Como autor del curso necesito se cree una plantilla administrable para mostrar una lista de los cursos disponibles	5 días	lun 01/08/16	vie 05/08/16
Como autor del curso necesito se cree una plantilla de los cursos en los que el participante se ha inscrito para mejorar su experiencia en la plataforma	3 días	lun 08/08/16	mié 10/08/16
Como autor del curso necesito se desarrolle una plantilla que muestre el perfil del participante para mostrar su información correspondiente	4 días	jue 11/08/16	mar 16/08/16
Como autor del curso necesito crear un formulario para modificar el nombre del participante	3 días	mié 17/08/16	vie 19/08/16
Hito 3	0 días		

Elaborada por el autor

Tabla 38. Sprint 4. Metodología SCRUM

Sprint 4	20 días	lun 22/08/16	vie 16/09/16
Como desarrollador necesito implementar la encriptación de los servicios de escritorio virtual.	20 días	lun 22/08/16	vie 16/09/16
Como autor del curso necesito se cree una plantilla para que el participante pueda des inscribirse del curso	4 días	lun 22/08/16	jue 25/08/16
Como autor del curso necesito se cree una plantilla para seguir el progreso en el curso	5 días	vie 26/08/16	jue 01/09/16
Como autor del curso necesito se cree una plantilla para el foro y redes sociales del curso	4 días	vie 02/09/16	mié 07/09/16
Como autor del curso necesito se integre la opción de descarga del certificado al aprobar el curso	5 días	jue 08/09/16	mié 14/09/16
Como autor del curso necesito se cree una plantilla para los anuncios en la plataforma	2 días	jue 15/09/16	vie 16/09/16
Hito 4	0 días		

Elaborada por el autor

Tabla 39. Sprint 5. Metodología SCRUM

Sprint 5	20 días	lun 19/09/16	vie 14/10/16
Como desarrollador necesito implementar una máquina virtual de Windows en la plataforma de oVirt.	10 días	lun 19/09/16	vie 30/09/16
Como desarrollador necesito implementar una máquina virtual de Linux en la plataforma de oVirt.	10 días	lun 03/10/16	vie 14/10/16
Como autor del curso necesito se cree una platilla para agregar paginas adicionales de información en la plataforma	5 días	lun 19/09/16	vie 23/09/16
Como autor del curso necesito se cree una plantilla para que el participante pueda rendir las evaluaciones	5 días	lun 26/09/16	vie 30/09/16
Como administrador del curso necesito se cree una plantilla para las unidades del curso.	5 días	lun 03/10/16	vie 07/10/16
Como administrador del curso necesito se cree una plantilla para las actividades del curso	5 días	lun 10/10/16	vie 14/10/16
Hito 5	0 días		

Elaborada por el autor

Tabla 40. Sprint 6. Metodología SCRUM

Sprint 6	20 días	lun 17/10/16	vie 11/11/16
Como desarrollador necesito implementar el acceso a los escritorios virtuales de oVirt mediante la plataforma de OpenUDS.	20 días	lun 17/10/16	vie 11/11/16
Como desarrollador del curso necesito integrar la plataforma como servicio Course Builder con la infraestructura como servicio OpenUDS.	1 día	lun 17/10/16	lun 17/10/16
Como autor del curso necesito se genere el contenido para publicar el curso de Sistemas Operativos.	17 días	mar 18/10/16	mié 09/11/16
Como desarrollador necesito desplegar la plataforma Google Course Builder en Google App Engine	2 días	jue 10/11/16	vie 11/11/16
Hito 6	0 días		

Elaborada por el autor

Tabla 41. Sprint 7. Metodología SCRUM

Sprint 7	20 días	lun 14/11/16	vie 09/12/16
Como desarrollador necesito realizar las pruebas de funcionamiento del sistema	10 días	lun 14/11/16	vie 25/11/16
Como desarrollador necesito crear el manual de usuario	5 días	lun 28/11/16	vie 02/12/16
Como desarrollar el manual técnico del sistema.	5 días	lun 05/12/16	vie 09/12/16
Hito 7	0 días		

Elaborada por el autor

Tabla 42. Sprint 8. Metodología SCRUM

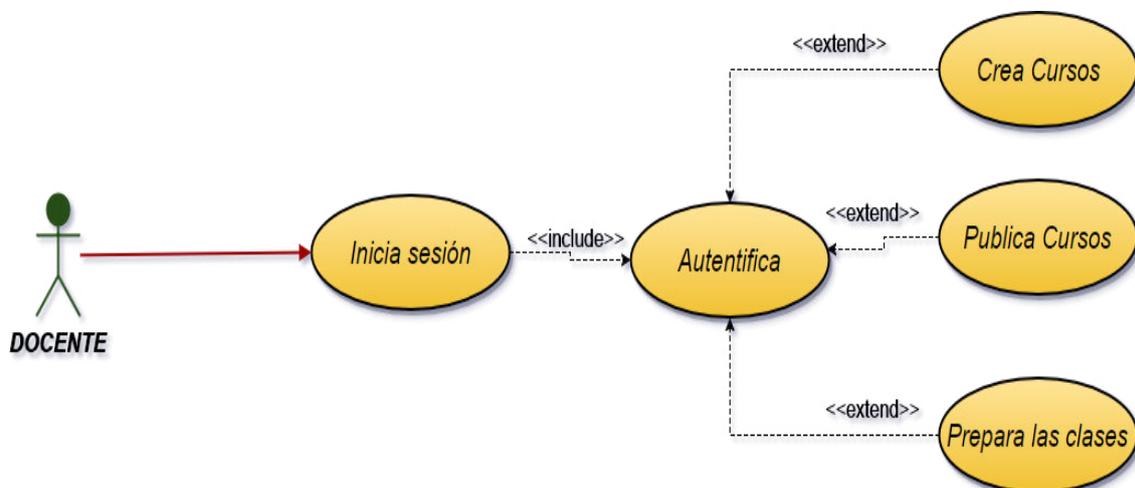
Sprint 8	20 días	lun 12/12/16	vie 06/01/17
Como desarrolladores necesitamos realizar la documentación del trabajo de titulación	20 días	lun 12/12/16	vie 06/01/17
Hito 8	0 días		

Elaborada por el autor

Publicación de un curso

Para publicar un curso, nos guiamos por los siguientes casos de uso:

Figura 31. Caso de uso Docente



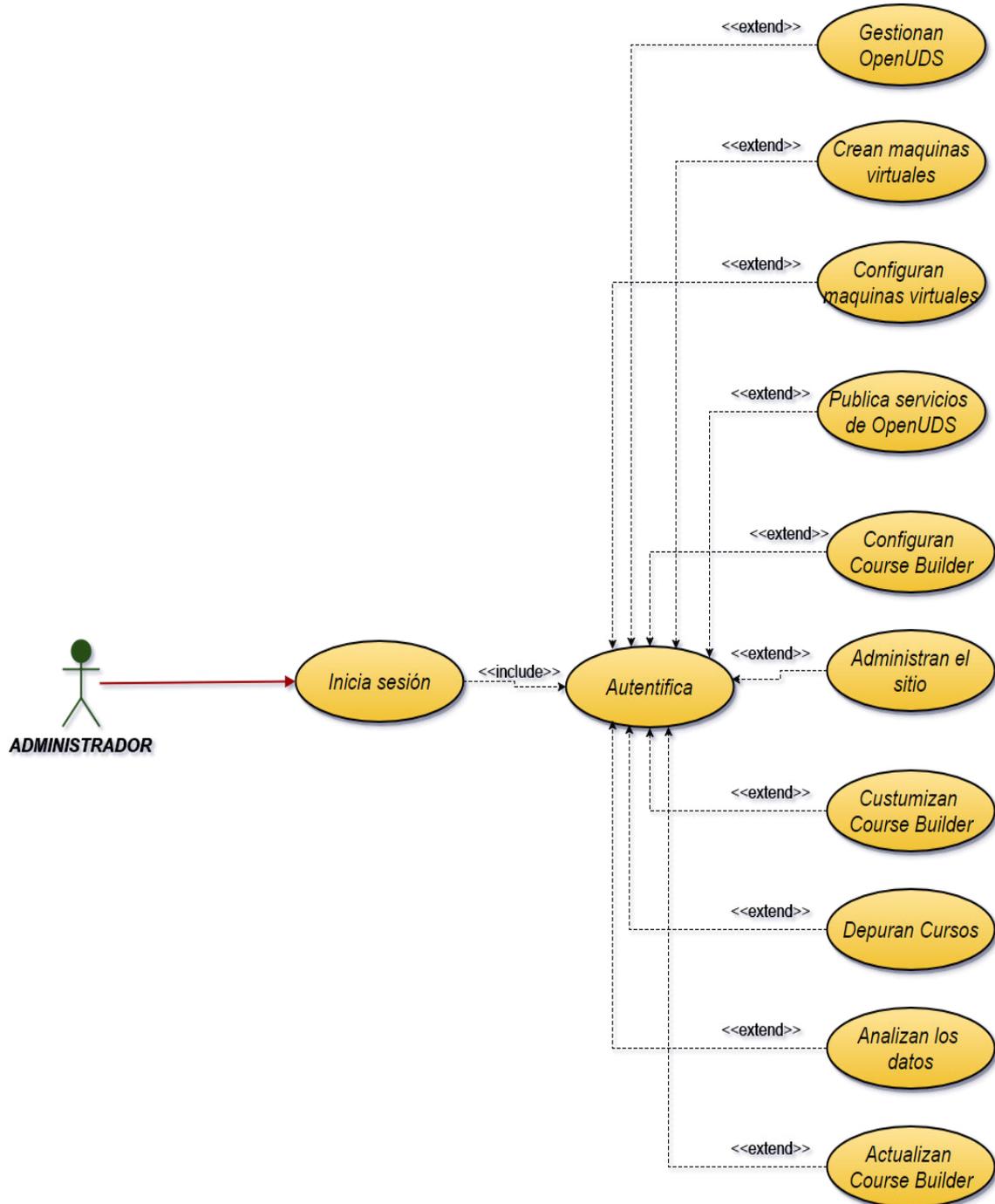
Elaborada por el autor

Tabla 43. Caso de uso Docente

Nombre	DOCENTE
Descripción	Permite al docente gestionar los cursos a dictar a sus estudiantes.
Actor	Docentes
Precondiciones	Ingresa al sistema de Google Course Builder con su sesión de usuario
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresa al sistema y le muestra la lista de cursos existentes. 2. Inicia sesión en el sistema. 3. El sistema le muestra la interfaz de administración del curso que le permite crear el contenido de los cursos a impartir. 4. El profesor crea el contenido del curso. 5. El sistema muestra mensaje de creación satisfactoria del contenido del curso. 6. El profesor cierra la sesión en el sistema y se le redirige a la página de inicio.
Flujo alternativo	5. El sistema muestra un mensaje error en la creación del contenido curso.
PosCondiciones	Se crea correctamente un curso.

Elaborada por el autor

Figura 32. Caso de uso administrador



Elaborada por el autor

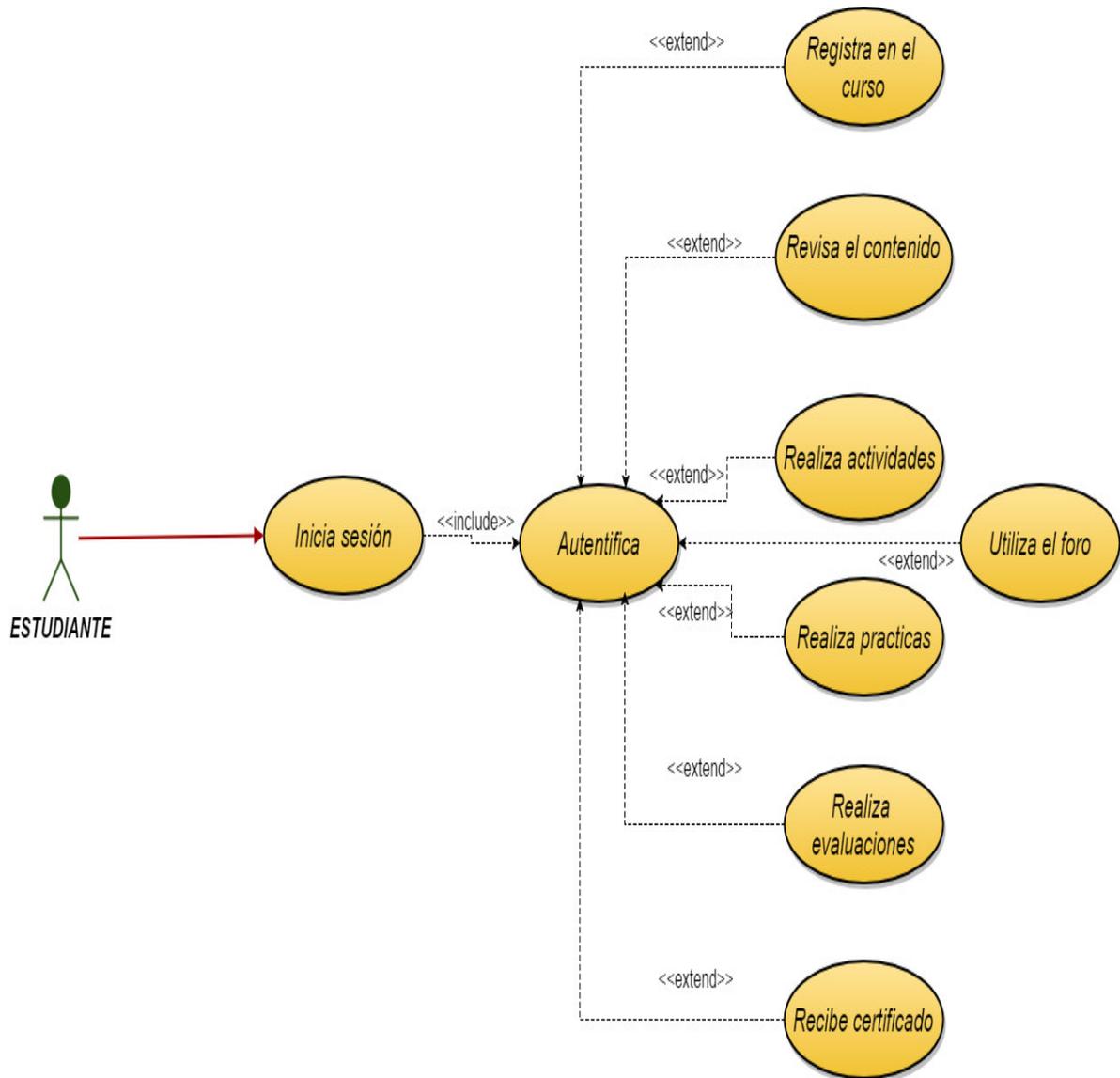
Tabla 44. Caso de uso Administrador

Nombre	ADMINISTRADOR
Descripción	Permite al administrador publicar los cursos, gestionar las máquinas virtuales y realizar toda la configuración del sistema.
Actor	Administrador del sistema
Precondiciones	Ingresar al sistema de Google Course Builder con su sesión de usuario y al sistema OpenUDS con su sesión de usuario
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresa al sistema de Google Course Builder y le muestra la interfaz de inicio de sesión. 2. Inicia sesión en el sistema de Google Course Builder. 3. El sistema le muestra la interfaz de administración de Google Course Builder. 4. El administrador crea los cursos. 5. El administrador asigna el administrador de cada curso 6. El sistema da mensaje de creación correcta de un nuevo curso. 7. El administrador cierra la sesión en el sistema y se le redirige a la página de inicio. 8. Ingresa al sistema de OpenUDS y se le muestra la interfaz de inicio de sesión. 9. Inicia sesión en el sistema de OpenUDS. 10. El sistema le muestra la interfaz de servicios asignados a él. 11. El administrador hace clic en el menú desplegable y escoge la opción de Dashboard. 12. El sistema le muestra la interfaz administrativa de OpenUDS con un chart de resumen de los servicios que están configurados. 13. El administrador en el menú izquierdo da clic en Services y se le muestra la interfaz de gestión de servicios. 14. El administrador crea los servicios de oVirt y el sistema mensaje de creación exitosa. 15. El administrador en el menú izquierdo da clic en Authenticators y se le muestra la interfaz de gestión de Autentificadores. 16. El administrador crea los Autentificadores del sistema y el sistema mensaje de creación exitosa. 17. El administrador en el menú izquierdo da clic en OS Manager y se le muestra la interfaz de gestión de sistemas operativos. 18. El administrador crea los OS Manager del sistema y el sistema mensaje de creación exitosa. 19. El administrador en el menú izquierdo da clic en Conectivity y se le muestra la interfaz de gestión de conectividad. 20. El administrador crea la conectividad del sistema y el sistema mensaje de creación exitosa.

	<p>21. El administrador en el menú izquierdo da clic en Service Pool y se le muestra la interfaz de gestión de publicación de servicios del sistema.</p> <p>22. El administrador crea la publicación de servicios del sistema y el sistema muestra mensaje de creación exitosa.</p> <p>23. El administrador hace clic en el menú desplegable de administración y cierra la sesión y se le redirige a la interfaz de inicio de sesión del sistema</p>
Flujo alternativo	<p>6. El sistema muestra un mensaje error en la creación del curso.</p> <p>14. El sistema muestra un mensaje error en la creación del servicio.</p> <p>16. El sistema muestra un mensaje error en la creación del Autentificador.</p> <p>18. El sistema muestra un mensaje error en la creación de OS Manager.</p> <p>20. El sistema muestra un mensaje error en la creación de la Conectividad.</p> <p>22. El sistema muestra un mensaje error en la creación de un Service Pool.</p>
Pos condiciones	<p>Se configura correctamente la publicación de un servicio de oVirt en el sistema.</p>

Elaborada por el autor

Figura 33. Caso de uso Estudiante



Elaborada por el autor

Tabla 45. Caso de uso Estudiante

Nombre	Estudiante
Descripción	Permite al estudiante inscribirse en los cursos y acceder al contenido, prácticas y evaluaciones del curso
Actor	Estudiantes de la FIE
Precondiciones	Ingresar al sistema de Google Course Builder con su sesión de usuario
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresa al sistema y le muestra la lista de cursos existentes. 2. Inicia sesión en el sistema. 3. El sistema le muestra un listado de cursos en los que el estudiante se puede inscribir. 4. El estudiante se registra en el curso y el sistema le muestra un mensaje de suscripción satisfactoria. 5. El estudiante accede al contenido del curso. 6. El estudiante realiza actividades. 7. El estudiante realiza prácticas. 8. El estudiante realiza evaluaciones. 9. El estudiante descargara su certificado. 10. El estudiante cierra la sesión en el sistema y se le redirige a la <u>página de inicio</u>.
Flujo alternativo	<p>4.- El estudiante sigue los cursos en los que se ha registrado.</p> <p>6.-El estudiante accede al foro de discusión del curso.</p>
PosCondiciones	El estudiante se inscribe correctamente en la plataforma.

Elaborado por: Autor