

**Implementación de una estrategia pedagógica para la enseñanza y aprendizaje de las
Redes Definidas por Software en el laboratorio de telemática de la Universidad de
Pamplona sede Villa del Rosario**

Jairo Moreno Acosta

**Trabajo de grado para optar el título de Magister en Gestión y Consultoría Tecnologías
de la Información y la Comunicación**

Director:

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctor en Tecnología Educativa

Co-Director:

Dolly Smith Flórez Moreno

Magister en Telemática

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones

2021

Dedicatoria

A mi esposa Andrea Peña por su amor, paciencia y su apoyo incondicional y a mi madre, hermanos y familiares que siempre han creído en mí y han celebrado mis logros.

Agradecimientos

Gracias al Señor Jesucristo, mi Dios, fuente inagotable de sabiduría, estoy convencido que su mano poderosa me ha guiado en el desarrollo de este trabajo.

A mi esposa Andrea Peña por ser siempre mi apoyo, este logro es nuestro como un solo equipo, eres mi ayuda idónea. Gracias por tu amor, cariño y comprensión.

A mis hijos, todo lo hago por ellos, el mejor legado es el ejemplo. El esfuerzo y la dedicación es el camino al éxito.

A la Universidad Santo Tomás, y la facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones.

Al ingeniero Sergio Zabala por guiarme en este proyecto, gracias por compartir una parte de su gran conocimiento y experiencia, por su dirección y apoyo, muchas gracias.

A la ingeniera Dolly Smith Flórez por su dirección y apoyo.

A los profesores de la universidad que aportaron sus conocimientos.

A la ingeniera Adriana Villamizar por su colaboración en la ejecución de este proyecto.

Al ingeniero Jorge Herrera por sus aportes en cuanto al tema desarrollado.

Contenido

Introducción	12
1.Implementación de una estrategia pedagógica para la enseñanza y aprendizaje de las Redes Definidas por Software en el laboratorio de telemática de la Universidad de Pamplona sede Villa del Rosario.....	15
1.1 Planteamiento del problema	15
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Objetivo general	18
1.2.2 Objetivos específicos	18
2. Marco referencial.....	19
2.1 Marco conceptual	19
2.1.1 Redes definidas por software	19
2.1.2 Virtualización	20
2.1.3 Modelo pedagógico.....	20
2.1.4 Método pedagógico.....	20
2.1.5 Metodología pedagógica	21
2.1.6 Estrategias y herramientas pedagógicas.....	21
2.2 Marco teórico.....	22
2.2.1 Definición de SDN.....	22
2.2.2 Metodologías de enseñanza y aprendizaje	26
2.2.3 Tecnología educativa	27
2.2.4 Gamificación	28
2.2.5 Definición de aprendizaje basado en juegos	29

2.3 Marco legal	30
2.4 Estado del arte.....	31
2.5 Marco contextual.....	35
2.5.1 Universidad de Pamplona	35
2.5.2 Programa de Ingeniería en Telecomunicaciones	36
3. Metodología	36
4. Resultados	46
4.1 Diagnóstico de la línea de telemática, estudiantes y docentes.....	47
4.1.1 Línea de telemática	47
4.1.2 Recursos disponibles.....	51
4.1.3 Competencias digitales de los estudiantes	54
4.1.4 Nivel de conocimientos base de los estudiantes	57
4.2 Programación didáctica	59
4.2.1 Justificación, descripción y objetivos de la intervención.....	59
4.2.2 Contenidos formativos	60
4.2.3 Metodología, estrategias y herramientas.....	62
4.2.4 Secuenciación y calendario	65
4.2.5 Evaluación.....	65
4.2.6 Programación de la intervención	66
4.3 Implementación de la intervención didáctica	66
4.3.1 Intervención didáctica en el grupo experimental.....	66
4.3.2 Plataforma para elementos del juego	72
4.3.3 Herramientas de gamificación.....	75

4.3.4 Desarrollo de contenidos en el grupo de control	78
4.4 Análisis y comparación de resultados	78
4.4.1 Prueba diagnóstica de rendimiento académico.....	78
4.4.2 Prueba diagnóstica de motivación	81
4.5 Propuesta de actualización del plan de estudios	85
4.5.1 Contenidos programáticos.....	85
4.5.2 Guías de laboratorio.....	88
4.5.3 Semilleros de investigación.....	88
5. Conclusiones	90
6. Trabajo futuro.....	91
Referencias.....	92
Apéndices.....	101

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Encuesta a docentes de la línea de telemática.</i>	39
Tabla 2. <i>Encuesta para medir competencias específicas digitales en los estudiantes.</i>	40
Tabla 3. <i>Prueba de motivación adoptado del cuestionario IMMS.</i>	44
Tabla 4. <i>Resultado de la encuesta a docentes de telemática.</i>	49
Tabla 5. <i>Asignaturas de formación formal relacionadas con SDN.</i>	55
Tabla 6. <i>Justificación, descripción y objetivos.</i>	59
Tabla 7. <i>Contenidos sobre SDN.</i>	60
Tabla 8. <i>Elementos del juego.</i>	62
Tabla 9. <i>Herramientas de gamificación utilizadas en la estrategia didáctica.</i>	64
Tabla 10. <i>Programación didáctica.</i>	67
Tabla 11. <i>Respuestas de prueba de motivación adoptada de IMMS.</i>	82
Tabla 12. <i>Contenidos programáticos actualizados de Telemática III</i>	86
Tabla 13. <i>Contenidos programáticos actualizados de Redes Convergentes.</i>	87

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Crecimiento del mercado global de SDN. 2018-2025.</i>	16
Figura 2. <i>Planteamiento del árbol del problema.</i>	17
Figura 3. <i>Comparativa entre las redes tradicionales y SDN.</i>	23
Figura 4. <i>Componentes básicos de SDN según la ONF.</i>	24
Figura 5. <i>Emulación de red en Mininet.</i>	27
Figura 6. <i>Aspectos de la gamificación en el aula.</i>	29
Figura 7. <i>Estructura metodológica del trabajo de investigación.</i>	38
Figura 8. <i>Elementos de la programación didáctica.</i>	42
Figura 9. <i>Secuencia de la intervención didáctica y sus resultados.</i>	47
Figura 10. <i>Línea de telemática del plan de estudios de Ing. en telecomunicaciones.</i>	48
Figura 11. <i>Plano físico de los laboratorios GM-205 y GM-206.</i>	52
Figura 12. <i>Vista general del laboratorio de telemática.</i>	53
Figura 13. <i>Detalle de los racks de comunicaciones.</i>	53
Figura 14. <i>Nivel de competencias digitales - Grupo de control.</i>	56
Figura 15. <i>Nivel de competencias digitales - Grupo experimental.</i>	56
Figura 16. <i>Resultado promedio de la prueba PRE-TEST.</i>	58
Figura 17. <i>Resultado de la prueba PRE-TEST por áreas.</i>	58
Figura 18. <i>Encuentros sincrónicos en la plataforma TEAMS.</i>	70
Figura 19. <i>Presentación de la estrategia didáctica en la primera sesión.</i>	71
Figura 20. <i>Exposición de las unidades mediante encuentros sincrónicos.</i>	71
Figura 21. <i>Asignación y seguimiento de tareas.</i>	72
Figura 22. <i>Estatus final de los participantes en @MyClassGame.</i>	73

Figura 23. <i>Elementos del juego en @MyClassGame.</i>	73
Figura 24. <i>Misiones definidas dentro de @MyClassGame.</i>	74
Figura 25. <i>Realización de quices en forma de batallas en @MyClassGame.</i>	74
Figura 26. <i>Cuestionario desarrollado en Socrative.</i>	75
Figura 27. <i>Cuestionario desarrollado en Kahoot.</i>	76
Figura 28. <i>Crucigrama en línea creado en Puzzle.</i>	76
Figura 29. <i>Presentación en Genially y video grabado.</i>	77
Figura 30. <i>Tarjetas de estudio creadas por el estudiante en Brainscape.</i>	77
Figura 31. <i>Actividad de video presentando actividad en Packet Tracer.</i>	78
Figura 32. <i>Clase virtual con el grupo de control.</i>	79
Figura 33. <i>Puntaje individual de la prueba Pos-Test del grupo de control.</i>	79
Figura 34. <i>Puntaje individual de la prueba Pos-Test del grupo experimental.</i>	80
Figura 35. <i>Promedio de puntaje entre ambos grupos.</i>	80
Figura 36. <i>Resultado ponderado de cada factor de motivación.</i>	85
Figura 37. <i>Topología propuesta en la práctica de telemática III.</i>	89
Figura 38. <i>Topología propuesta en la práctica de Redes Convergentes.</i>	90

Resumen

El uso de la tecnología en la educación ayuda a mejorar los resultados en los procesos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles, existe variedad de plataformas y herramientas de apoyo que facilitan la labor docente al crear nuevas opciones de metodologías didácticas. El objetivo de este trabajo fue medir el efecto sobre la motivación y el rendimiento académico al implementar el Aprendizaje Basado en Juegos y Gamificación como estrategia pedagógica, así mismo, introducir el tema de Redes Definidas por Software en el plan de estudios del programa de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad de Pamplona. Se estableció una investigación cuantitativa de tipo cuasi experimental sobre 26 estudiantes del curso Telemática III, divididos en dos grupos según su ubicación. 4 unidades didácticas fueron desarrolladas aplicando la estrategia de enseñanza propuesta en uno de los grupos. Se realizó una prueba de conocimiento en ambos grupos para medir el rendimiento académico y una encuesta de motivación sobre materiales didácticos adoptado del modelo motivacional de Keller. Finalmente, el tema de redes definidas por software fue incluido en 2 cursos de la línea de telemática. El grupo que recibió la nueva estrategia presentó mayor rendimiento académico y mejores niveles de motivación. En conclusión, el Aprendizaje Basado en Juegos y la Gamificación son una opción estratégica que permite explotar la afinidad que tienen los estudiantes jóvenes a los juegos y al uso nativo de la tecnología para aprovecharlos en la mejora de los procesos de enseñanza aprendizaje a nivel universitario.

Palabras clave: aprendizaje basado en juegos, gamificación, estrategia pedagógica, motivación, redes definidas por software

Abstract

The use of technology in education helps to improve the results in the teaching and learning processes at all levels, there is a variety of platforms and support tools that facilitate teaching by creating new options for teaching methodologies. The objective of this work was to measure the effect on motivation and academic performance when implementing Game-Based Learning and Gamification as a pedagogical strategy, likewise, to introduce the topic of Software-Defined Networks in the curriculum of the Engineering program in Telecommunications of the University of Pamplona. A quasi-experimental quantitative investigation was established on 26 students of the Telematics III course, divided into two groups according to their location. 4 didactic units were developed applying the proposed teaching strategy in one of the groups. A knowledge test was carried out in both groups to measure academic performance and a motivation survey on teaching materials adopted from Keller's motivational model. Finally, the topic of software-defined networks was included in 2 courses of the telematics line. The group that received the new strategy presented higher academic performance and better levels of motivation. In conclusion, Game-Based Learning and Gamification are a strategic option that makes it possible to exploit the affinity that young students have for games and the native use of technology to take advantage of them in the improvement of teaching-learning processes at the university level.

Keywords: game-based learning, gamification, pedagogical strategy, motivation, software-defined networks

Introducción

La innovación en los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con la tecnología educativa fortalece la labor del docente al habilitar ambientes dinámicos en las aulas de clase, facilitando el alcance de los objetivos educativos planteados. Según [1], existe la necesidad de migrar las metodologías tradicionales a unas más activas donde el estudiante sea más responsable de su propio aprendizaje. Actualmente, el perfil del estudiante que ingresa a la educación superior presenta un alto grado de mediación en sus conductas hacia el estudio y el aprendizaje de las tecnologías. Las metodologías activas trazan un camino de innovación para alinear la docencia universitaria a las competencias que requiere el campo laboral asociadas al trabajo en equipo, colaboración, resolución de problemas y compromiso con la sociedad [2].

Las instituciones educativas en cada uno de sus programas deben actualizar no sólo sus contenidos sino sus estrategias pedagógicas. Se contemplaron distintas metodologías de enseñanza y aprendizaje en función del tipo y nivel de estudiantes, del contenido escogido y del contexto de las clases. Teniendo en cuenta lo expuesto en [3] donde “resalta la importancia de la creación de entornos de aprendizaje motivadores por parte de los profesores que fomenten dinamismo al proceso pedagógico y supongan un reto o desafío para los alumnos que promueva su interés por conseguir los logros propuestos”, fueron adoptadas las metodologías combinadas de aula invertida (*flipped classroom*) y aprendizaje basado en juegos (GBL).

Para la escogencia del tema a tratar en la intervención pedagógica, se tuvo como referencia el plan de estudios del programa de Ingeniería en Telecomunicaciones, se optó por el tema de las Redes Definidas por Software (SDN) que es considerada como una evolución fundamental de la arquitectura de redes donde es posible gestionar recursos y servicios de forma virtual y centralizada.

La validación de la intervención didáctica fue realizada mediante una prueba piloto en las 4 primeras semanas del segundo semestre de 2021, aplicando la estrategia de enseñanza-aprendizaje adoptada con el apoyo de herramientas conocidas como Microsoft 365 y la plataforma TEAMS, además de aplicaciones en línea para la gamificación de las clases. El tema de SDN se dividió en 4 unidades didácticas planteando actividades fuera del aula con un enfoque de aula invertida. Se establecieron dos grupos de estudiantes, el primero, denominado experimental recibió la estrategia didáctica de gamificación y aprendizaje basado en juegos y el segundo, denominado grupo de control recibió la estrategia pedagógica habitual. La ubicación de los estudiantes en las sedes de Villa del Rosario y Pamplona fue estipulada como criterio de división, teniendo en cuenta que pertenecieran al mismo curso de Telemática III. Esto constituyó una investigación cuasi experimental al no formarse los grupos de forma aleatoria.

La medición de forma cuantitativa fue realizada sobre las variables de rendimiento académico y motivación. Para el rendimiento académico se realizó una prueba diagnóstica inicial que permitió verificar la similitud en los conocimientos básicos de ambos grupos y al finalizar la intervención se realizó otra prueba de conocimientos sobre el tema SDN donde se evidenció que el grupo experimental obtuvo en promedio un mejor puntaje. Para la motivación se adoptó el modelo ARCS de Keller [4] que mide las cuatro dimensiones de Atención, relevancia, confianza y satisfacción a través de su instrumento IMMS (*Instructional Materials Motivation Survey*) de 36 preguntas en escala Likert, la cual permitió corroborar que el grupo experimental obtuvo mayor motivación con la estrategia pedagógica propuesta.

En las siguientes unidades, primero se detalla el planteamiento del problema en la Unidad 2, donde se puntualiza la necesidad de aprender nuevas tecnologías como SDN

conforme a la evolución del sector TI y la necesidad de innovar la práctica pedagógica en el programa de Ingeniería en Telecomunicaciones. Los objetivos generales y específicos se plantean en la Unidad 3. Luego en la Unidad 4, se desarrolla el marco referencial sobre dos temas clave, redes definidas por software y Aprendizaje Basado en Juegos, además del marco contextual y legal que delimita este trabajo. En la Unidad 5 se plantea la metodología constituida en 6 fases que permitieron verificar el estado inicial de la línea de telemática en el programa, la generación de los materiales didácticos, el desarrollo de la intervención, y por último el análisis de los resultados. En la Unidad 6 se muestran los resultados obtenidos de las pruebas de conocimiento y motivación y además se relaciona la actualización hecha en los contenidos programáticos de la línea de telemática que incluye el tema de SDN y la nueva estrategia pedagógica validada. Finalmente, en las Unidades 7 y 8 se presentan las conclusiones y los trabajos futuros planteados.

1. Implementación de una estrategia pedagógica para la enseñanza y aprendizaje de las Redes Definidas por Software en el laboratorio de telemática de la Universidad de Pamplona sede Villa del Rosario

1.1 Planteamiento del problema

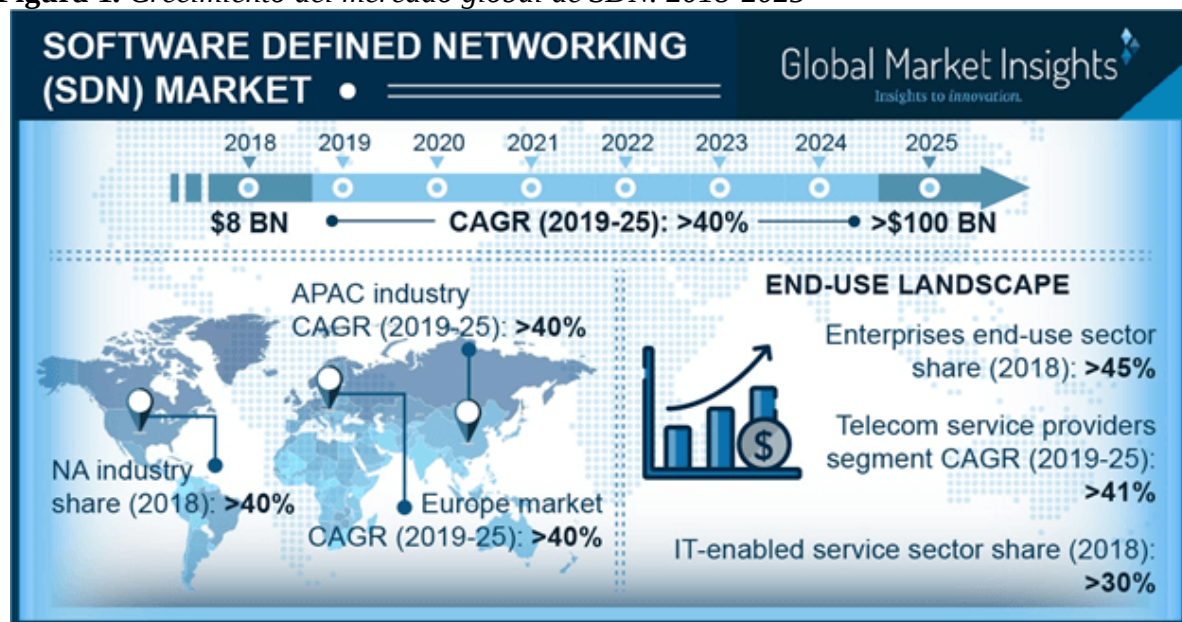
El acceso a Internet hoy en día resulta ser esencial, la conexión a una red global es requerida en varios aspectos cotidianos de las personas y el desarrollo de nuevas tecnologías habilita la incorporación de gran cantidad de usuarios y terminales, en este escenario, las arquitecturas tradicionales presentan dificultades para transportar y enfrentar este nuevo desafío en cuanto a manejo del tráfico de datos y calidad de servicio. La transformación digital creará a futuro nuevas experiencias con tecnologías avanzadas como VR (realidad virtual) y AR (realidad aumentada), Streaming 16K, IA (Inteligencia Artificial), 5G (Quinta Generación), computación cuántica, ciberseguridad adaptativa, IoT (Internet de las Cosas) inteligente, entre otras, estas aplicaciones requerirán capacidades que actualmente no se pueden soportar de manera viable [5]. Se hace necesario un replanteamiento de las redes de transmisión de datos para asegurar la fácil gestión, rapidez, escalabilidad y seguridad, sin que esto implique aumento considerable de costos e inversión.

En respuesta a lo anterior, han surgido las Redes Definidas por Software que han sido uno de los saltos evolutivos más grandes experimentado en las redes telemáticas en los últimos años [6]. Para el MINTIC “en lo relacionado con la arquitectura de red, se espera que durante el tiempo de coexistencia entre 4G y 5G las relaciones de interoperabilidad estén fundamentadas en un entorno todo-IP (IPv6) en donde características tales como la Definición de Redes por

Software o la Virtualización de Funciones de Red (NFV) puedan manejar sin inconvenientes fuertes incrementos en tráfico o una cantidad masiva de abonados” [7].

En cuanto a tendencias de las SDN, el último informe de investigación llamado Global SDN and NFV Market Size, Status and Forecast 2021-2027, presentó que el tamaño del mercado mundial de SDN y NFV se valoró en \$28,310 millones de dólares en 2020 y se prevé que alcance los \$81,6920 millones de dólares en 2027 [8]. Por otra parte, el reporte de Global Market Insights muestra que el mercado de SDN en 2025 será mayor a 100 billones de dólares, en la Figura 1 se presenta un resumen del estudio realizado [9].

Figura 1. Crecimiento del mercado global de SDN. 2018-2025

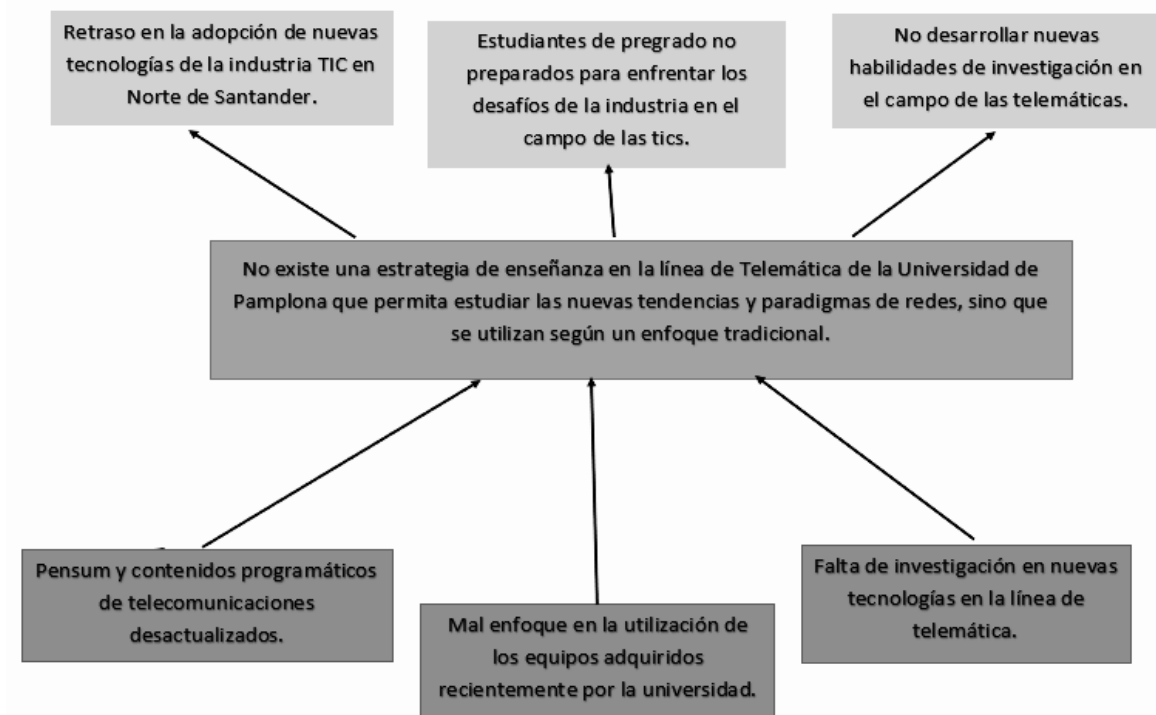


Tomado de Global Market Insights [9].

Las instituciones de educación superior deben procurar la pertinencia de sus planes de estudios frente a los retos que plantea el desarrollo sostenible [10]. El programa de ingeniería en telecomunicaciones está alineado con las políticas institucionales, pero es necesario mantener actualizado su plan de estudios [11]. Además, aunque el área de las telemáticas es una

de las líneas de profundización, se presenta un bajo índice de proyectos de investigación e incorporación de nuevos temas a sus contenidos programáticos. Se deben implementar nuevas metodologías para la enseñanza de estos temas, que permitan una rápida actualización, apropiación de conocimientos y desarrollo de habilidades de los estudiantes que propendan por un perfil de egresado conforme a los requerimientos del sector. Surgió entonces la siguiente pregunta de investigación, ¿Cuál es el efecto en los procesos de aprendizaje e investigación de estudiantes de pregrado al aplicar estrategias innovadoras de enseñanza en redes definidas por software en el laboratorio de telemática de la Universidad de Pamplona? Se presenta en la Figura 2 el árbol de problema como análisis del tema abordado en este trabajo.

Figura 2. Planteamiento del árbol del problema



En conclusión, las tendencias y desarrollos en tecnología TI son muy dinámicas, como respuesta al creciente número de usuarios y nuevos requerimientos de conexión. Este trabajo

de fin de maestría pretendió promover la actualización de las estrategias de enseñanza-aprendizaje para toda la línea de telemática, enfocándose en nuevas tecnologías como lo son las redes SDN para que los estudiantes de pregrado adquirieran habilidades conforme a las tendencias y desafíos de la industria actual. Se estructuró una intervención teórico práctica la cual se impartió mediante una estrategia de enseñanza conforme al contexto de la Universidad y finalmente se evaluó el efecto sobre los estudiantes de pregrado.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Implementar una estrategia pedagógica para la enseñanza y aprendizaje de las redes definidas por software en el laboratorio de telemática de la Universidad de Pamplona sede Villa del Rosario.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar el estado actual del contenido y las prácticas desarrolladas en la línea de telemática; así como el nivel de competencias digitales de los estudiantes.
2. Determinar la estrategia didáctica, contenidos y prácticas que permita la enseñanza de las redes definidas por software a estudiantes de pregrado.
3. Desarrollar espacios pedagógicos y prácticos de enseñanza de redes SDN, a través de una prueba piloto.
4. Evaluar el efecto generado del contenido en los estudiantes de ingeniería en telecomunicaciones para la mejora del proceso.

2. Marco referencial

2.1 Marco conceptual

2.1.1 *Redes definidas por software*

Se refiere a un nuevo enfoque para la programabilidad de la red, es decir, la capacidad de inicializar, controlar, cambiar y administrar el comportamiento de la red dinámicamente a través de interfaces abiertas. La Red Definida por Software enfatiza el papel del software en la ejecución de redes mediante la introducción de una abstracción para el plano de reenvío de datos y, al hacerlo, lo separa del plano de control [12].

2.1.1.1 Planos de operación. A continuación, se listan los diferentes planos que comprende la arquitectura SDN.

- Plano de reenvío: responsable de manejar paquetes en la ruta de datos basado en las instrucciones recibidas desde el plano de control. También es ampliamente conocido como el "plano de datos" o la "ruta de datos".
- Plano de control: responsable de tomar decisiones sobre cómo los paquetes deben ser reenviado por uno o más dispositivos de red.
- Plano de aplicación: el plano donde residen las aplicaciones y servicios que definen el comportamiento de la red [12].

2.1.1.2 Controlador. Es un componente clave de la arquitectura SDN, proporciona su propia API (Interfaz de programación de aplicaciones) hacia el plano de aplicación y pueden

facilitar la programación, reorganización y reconfiguración de la red en nombre de las aplicaciones. El controlador puede utilizar OpenFlow, ForCES, PCEP5, NETCONF6, SNMP7 o incluso mecanismos propietarios para programar el plano de reenvío [13].

2.1.2 Virtualización

La virtualización crea un entorno informático simulado, o virtual, en lugar de un entorno físico. A menudo, incluye versiones de hardware, sistemas operativos, dispositivos de almacenamiento, etc. Esto permite a las organizaciones dividir un equipo o servidor físico en varias máquinas virtuales [14].

2.1.2.1 Virtualización de funciones de red. La virtualización de funciones de red (NFV) sustituye los dispositivos de hardware de red por máquinas virtuales que ejecutan software y procesos, y que se controlan mediante un hipervisor [15].

2.1.3 Modelo pedagógico

Es de carácter teórico creado para reproducir idealmente el proceso enseñanza – aprendizaje, es la filosofía general que rige todo el proceso educativo. Son ejemplos de modelos educativos la pedagogía tradicional, la escuela nueva, la tecnología educativa y la escuela del desarrollo integral [16].

2.1.4 Método pedagógico

Tiene que ver con el estilo educativo en la práctica educativa conforme al modelo pedagógico escogido. Los métodos pueden ser deductivo, inductivo, comparativo, disciplina

científica, psicología del alumno, simbólico, intuitivo, pasivo, activo, globalizado, especializado, dogmático y heurístico [17].

2.1.5 Metodología pedagógica

La metodología aterriza el método pedagógico en un contexto particular, asegurando la consecución de unos objetivos determinados según las características específicas de los estudiantes. Son tipos de metodologías lección magistral, resolución de ejercicios y problemas, aprendizaje basado en problemas, estudio de casos, aprendizaje por proyectos, aprendizaje cooperativo, contrato didáctico, seminario clásico y aprendizaje con aula virtual [17].

2.1.6 Estrategias y herramientas pedagógicas

Las estrategias son la aplicación última del modelo didáctico, diseñando, desarrollando y aplicando actividades concretas en momentos específicos para unos alumnos determinados (mesa redonda, juego de roles, foro, resumen, exposición, lluvia de ideas, lectura comentada, mapas mentales, cuadro comparativo, experimentación, simulaciones, mapas conceptuales, prácticas, cuadro sinóptico y ensayo). Las herramientas pedagógicas son todos aquellos medios que se utilizan para desarrollar una técnica concreta, los cuales pueden ser convencionales (pizarra, libros), no convencionales (películas, videos) y NTIC (videojuegos, presentaciones multimedia, animaciones, simulaciones interactivas, entornos virtuales de aprendizaje, entre otros) [17].

2.1.6.1 Gamificación. También se le conoce como ludificación, es una estrategia de enseñanza activa que incorpora aspectos de los juegos. Se aplica en el diseño de un entorno

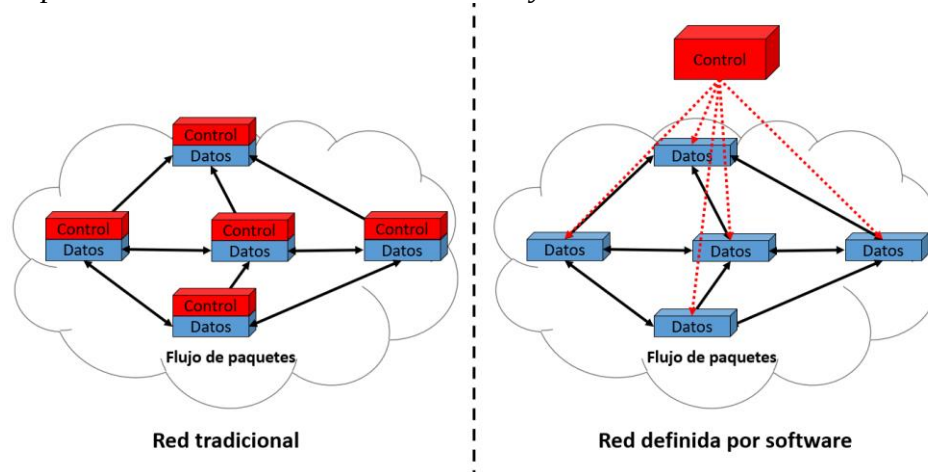
educativo real o virtual que supone la definición de tareas y actividades usando los principios de los juegos aprovechando la predisposición natural de los estudiantes con actividades lúdicas para mejorar la motivación hacia el aprendizaje.

2.1.6.2 Aprendizaje basado en juegos. Se trata de la utilización de juegos propiamente dichos como estrategia de enseñanza. El docente toma un material o contenido lúdico en específico como apoyo para reforzar un tema o lección en particular. Se pueden usar juegos ya existentes o inventados por los propios docentes para compartir con sus estudiantes con el fin de captar la atención y fortalecer la motivación [18].

2.2 Marco teórico

2.2.1 Definición de SDN

Las redes definidas por software se utilizan ampliamente en centros de datos (Data center) y en puntos de intercambio de Internet (IXP). Una característica clave de SDN implica la separación del plano de datos y el plano de control. El plano de control se desplaza a un controlador centralizado, que es responsable de la configuración del sistema, la gestión y el intercambio de información de la tabla de enrutamiento entre dispositivos de red [19]. Esta separación permite que el controlador sea programable de forma directa y abstraer toda la infraestructura para las aplicaciones y servicios de red. En este sentido se comporta como una arquitectura dinámica, manejable, económica y adaptable [20]. En la Figura 3 se realiza una comparación entre las redes tradicionales y SDN.

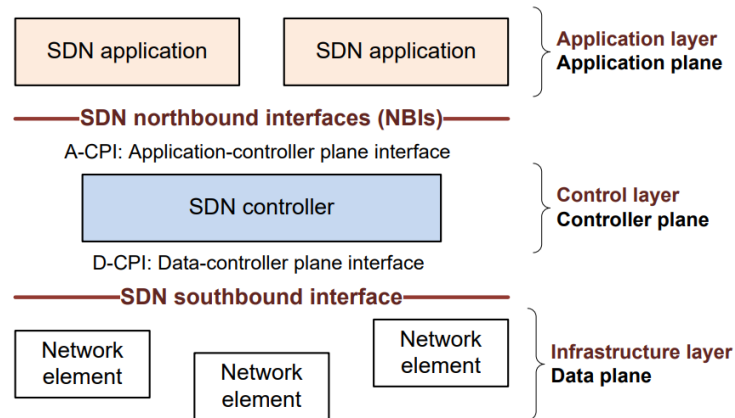
Figura 3. Comparativa entre las redes tradicionales y SDN

2.2.1.1 Características de SDN

- Directamente programable: el control de la red es directamente programable porque está desacoplado de las funciones de reenvío.
- Ágil: la abstracción del control del reenvío permite a los administradores ajustar dinámicamente el flujo de tráfico en toda la red para satisfacer las necesidades cambiantes.
- Gestión centralizada: la inteligencia de la red está (lógicamente) centralizada en controladores basados en software que mantienen una vista global de la red.
- Programáticamente configurado: permite a los administradores de red configurar, administrar, proteger y optimizar los recursos de red muy rápidamente a través de programas SDN dinámicos y automatizados.
- Abierto basado en estándares y vendedor neutro: cuando se implementa a través de estándares abiertos, se simplifica el diseño y la operación de la red porque los controladores SDN proporcionan las instrucciones en lugar de múltiples dispositivos y protocolos específicos del proveedor [21].

2.2.1.2 Arquitectura de las SDN. En la Figura 4, se muestra los componentes básicos de las redes SDN según la ONF (*Open Networking Foundation*), se plantea una arquitectura basada en 3 capas o planos que se detallan a continuación.

Figura 4. Componentes básicos de SDN según la ONF



Tomado de ONF. SDN architecture [22].

- Capa de aplicación: se refiere a las aplicaciones comerciales del usuario final que dictarán el comportamiento del plano de datos o de los dispositivos de reenvío. Un ejemplo típico de aplicaciones de red es el protocolo de enrutamiento.
- Capa de control: se refiere al sistema operativo de red (NOS) que generará la configuración de red basada en las reglas de la capa de aplicación superior. El controlador es el responsable de interconectar e interactuar con los dispositivos de reenvío utilizando protocolos como OpenFlow a través de un conjunto de APIs referidas como Southbound. Además, el controlador interactúa con la capa de aplicación con APIs referidas como Northbound.
- Capa de infraestructura: se refiere a la recopilación de dispositivos y elementos de red (conmutadores, enrutadores) que proporcionan conmutación y reenvío de paquetes [23].

Las tareas del plano de control se desacoplan del hardware de cada equipo de la red y se ejecuta de forma centralizada en un servidor llamado controlador, este servidor puede ser físico o virtualizado, implementado en la nube o en clusters de servidores distribuidos. Un único controlador gestiona varios dispositivos cuya tarea se limita, en esencia, a realizar el reenvío de los paquetes. El control constituye una serie de reglas que definen patrones de comportamiento del tráfico. Dichas reglas se programan empleando lenguajes de alto nivel [24].

2.2.1.3 Interfaces Southbound y Northbound. La interfaz Southbound se ubica entre la capa de infraestructura y el controlador, este protocolo de señalización envía los comandos de configuración en una dirección y la información estadística de retroalimentación en la otra. Una lista inicial de protocolos para la interfaz Southbound es: OpenFlow de la ONF, I2RS de la IETF, Open vSwitch Data Base (OvSDB), NetConf, LISP (*Locator/Identifier Separation Protocol*) y BGP (*Border Gateway Protocol*).

La interfaz Northbound se ubica entre la capa de aplicación y el controlador cuya función es enviar información pertinente de acuerdo a las necesidades de la aplicación, así que el controlador configura la mejor red de software con la apropiada calidad de servicio, adecuada seguridad y la gestión necesaria para que las operaciones se puedan llevar a cabo sin problemas. El protocolo para estas transmisiones está basado en el REST (*REpresentative State Transfer*) API. Este protocolo se puede encontrar en numerosos sistemas, tales como: Open Stack, y el API Nube Privada Virtual (VPC) [25].

2.2.1.4 Controladores. El controlador está diseñado para gestionar la capa de infraestructura y recibir de la capa de aplicación los elementos necesarios para determinar el

tipo de control que necesita ser ejercido. El controlador debe recibir las políticas de reglas para ser aplicadas y, con base a la descripción de las aplicaciones que se toman en cuenta, deducen las acciones necesarias sobre los equipos de red. Floodlight, Ryu, Beacon y Opendaylight son ejemplos de controladores [25].

2.2.1.5 Protocolo OpenFlow. Primera interfaz de comunicaciones estándar definida entre las capaz de control y de reenvío en una arquitectura SDN. Desarrollado por la ONF en el 2012 [26].

2.2.1.6 Simulador Mininet. Mininet es una herramienta de software que permite emular una red completa con Openflow en un único computador. Usa una virtualización basada en procesos liviana (*Linux network namespaces* y *Linux container architecture*) para ejecutar muchos hosts y switches en un único kernel de sistema operativo. Se pueden crear swiches, controladores y hosts para comunicarse entre sí dentro de la red emulada. Mininet conecta switches y host usando Virtual Ethernet (Veth).

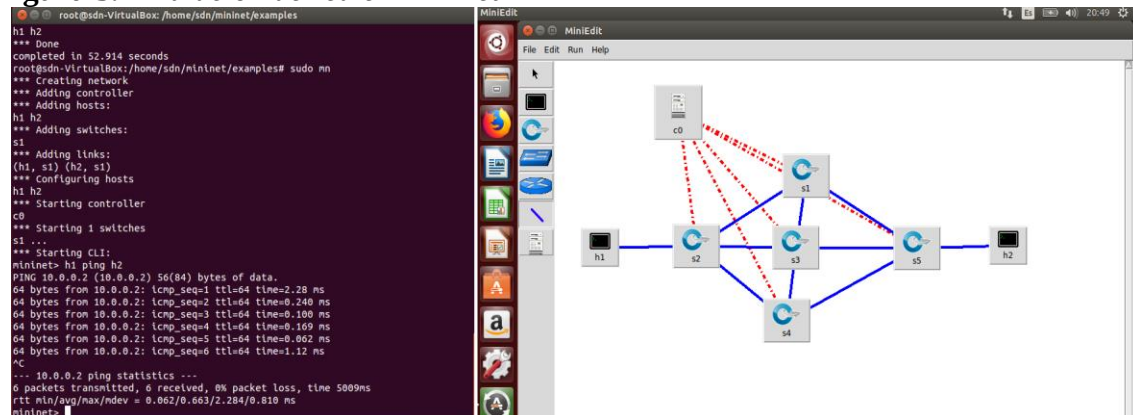
Simplifica considerablemente el desarrollo inicial, proceso de depuración, prueba e implementación. De forma predeterminada, Mininet admite OpenFlow v1.0. Sin embargo, puede modificarse para admitir un cambio de software que implemente una versión más reciente [27]. La Figura 5 muestra un ejemplo de emulación de red con 5 switch, 2 host y un controlador.

2.2.2 Metodologías de enseñanza y aprendizaje

Es necesario reconocer el carácter social de la actividad pedagógica que contribuye al desarrollo del ser humano, lo cual implica que el proceso debe producir transformación y no

debe ser espontáneo sino proyectado sobre la base de objetivos previamente determinados. Es responsabilidad del docente o la institución educativa considerar varios métodos y estrategias con el fin de escoger los que garanticen la efectividad del ejercicio de enseñanza siendo eficiente en cuanto a tiempo y costo [16]. Se requiere del diseño de un proceso de intervención que toma en consideración aspectos como: las características y necesidades de los alumnos, los aprendizajes a alcanzar y las herramientas tecnológicas disponibles, entre otras. De ahí la importancia de contar con estrategias y técnicas que garanticen la óptima consecución de un determinado objetivo educativo [28].

Figura 5. Emulación de red en Mininet



2.2.3 Tecnología educativa

La Tecnología Educativa se relaciona con la presencia del pensamiento tecnocrático, sus orígenes pueden hallarse en la enseñanza programada, cuyo objetivo es direccionar el proceso de enseñanza de forma eficiente [29]. Cada año, EDUCAUSE han venido publicando el Horizon Report, un documento que explora las tendencias y desarrollos tecnológicos que pueden impactar la enseñanza y el aprendizaje en la educación de nivel superior. En la versión Horizon 2019 [30], se listan Desarrollos clave en tecnología educativa para educación superior.

- Corto plazo (tiempo de adopción: 1 año o menos): Aprendizaje móvil y Tecnologías analíticas.
- Mediano plazo (tiempo de adopción: 2 a 3 años): Realidad Mixta e Inteligencia Artificial.
- Largo plazo (tiempo de adopción: 4 a 5 años): Blockchain y Asistentes virtuales.

En su versión Horizon 2020 [31], se describen aquellas tecnologías y prácticas emergentes que se cree tendrán un impacto significativo en el futuro de la enseñanza y el aprendizaje postsecundarios.

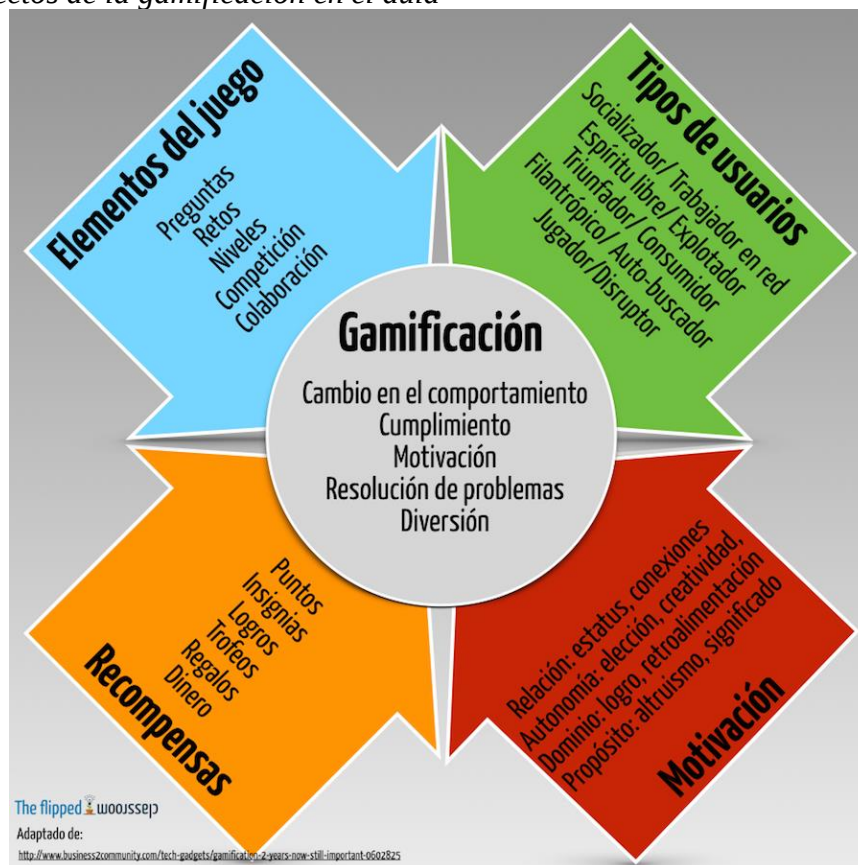
- Tecnologías de aprendizaje adaptativo.
- Aplicaciones de AI / Machine Learning Education.
- Análisis para el éxito del estudiante.
- Elevación diseño instruccional, aprendizaje de ingeniería y diseño UX en pedagogía.
- Recursos educativos abiertos.
- Tecnologías XR (AR / VR / MR / Haptic).

2.2.4 Gamificación

Termino de origen inglés (*Gamification*) y tiene que ver con la aplicación de principios y elementos propios de los juegos en los procesos de enseñanza y aprendizaje cuyo objetivo es influir en el comportamiento, la motivación y la participación de los estudiantes[32]. La Gamificación en el campo educativo incorpora elementos del diseño del juego, tomando algunos de sus principios o mecánicas (los puntos, los incentivos, la narrativa, la retroalimentación inmediata, etc), para enriquecer la experiencia de aprendizaje [33].

Según [32] “La Gamificación funciona como una estrategia didáctica motivacional en el proceso de enseñanza aprendizaje para provocar comportamientos específicos en el alumno dentro de un ambiente que le sea atractivo, que genere un compromiso con la actividad en la que participa y que apoye al logro de experiencias positivas para alcanzar un aprendizaje significativo”. Un resumen de los aspectos más relevantes de la gamificación en el aula se presenta en la Figura 6.

Figura 6. Aspectos de la gamificación en el aula



Tomado del departamento de educación del gobierno de Navarra [34].

2.2.5 Definición de aprendizaje basado en juegos

El Aprendizaje Basado en Juegos es el uso de juegos como medios de instrucción. Este usualmente se presenta como el aprendizaje a través de juegos en un contexto educativo

diseñado por los profesores. Generalmente son juegos que ya existen, cuyas mecánicas ya están establecidas, y son adaptadas para que exista un balance entre la materia de estudio, el juego y la habilidad del jugador para retener y aplicar lo aprendido en el mundo real [35].

Se utilizan juegos, ya creados o inventados para la ocasión, con el fin de poder aprender a través de ellos. Así, el juego se convierte en vehículo para afianzar conceptos. En esta metodología adquiere mucha importancia el nivel de jugabilidad y divertimento del juego en cuestión. Existen algunos creados con el mero objetivo de divertir (suelen tener contenido académico bajo) y aquellos pensados para enseñar algo concreto [36].

2.3 Marco legal

Inicialmente se consideran las publicaciones de la Open Networking Foundation (ONF) que es una organización sin fines de lucro impulsada por los usuarios, dedicada a acelerar la adopción de SDN y NFV. La fusión de ONLab con ONF representa a las empresas miembro una oportunidad única de trabajar con los principales operadores de red para transformar las redes en plataformas ágiles para la prestación de servicios y, al mismo tiempo, optimizar las operaciones de red aprovechando el modelo DevOps (*Development Operations*) con eficiencias en la nube, el código abierto y la caja blanca [37].

El Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF) es una gran comunidad internacional abierta de diseñadores de redes, operadores, proveedores e investigadores preocupados por la evolución de la arquitectura de Internet y el buen funcionamiento de Internet. Se hallan las siguientes recomendaciones para SDN: RFC 7149 (2014) [38], RFC 7426 (2015) [12] y la RFC 8456 (2018) [39].

Por su parte la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) sigue una hoja de ruta para la normalización de las SDN con el documento JCA-SDN - LS 5: LS/o on SDN standardization activity roadmap (2017) [40].

En Colombia, el ministerio de la TIC (MINTIC), sancionó la ley 1341 de 2009 [41] mejor conocida como la ley TIC, la cual constituye el reconocimiento por parte del estado de la promoción del acceso, uso y apropiación de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Luego en 2019 se sanciona la ley 1978 de 2019 [42] por la cual se moderniza el Sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

La aplicación del presente proyecto debe estar enmarcada dentro de la normatividad de la Universidad de Pamplona, según el Acuerdo 097 de 2018 [43] proyecto educativo institucional (PEI) que “se considera como una carta de navegación para afrontar los retos mediante la modernización del quehacer universitario para contribuir a la transformación de la sociedad y su entorno que prevea los nuevos escenarios y tendencias de desarrollo”. Además, el Acuerdo No.130 de 2002 [44] Estatuto del Profesor Universitario de la Universidad de Pamplona que establece y reglamenta “las actividades académicas propias del ejercicio docente: formación, investigación, producción académica e intelectual, proyección social, extensión y de comisión que competen al estamento docente”.

2.4 Estado del arte

A continuación, se presenta el resultado de la revisión de antecedentes y estado del arte en bases de datos como Scopus, IEEE xplora y libros electrónicos disponibles en la web, tomando como referencia palabras clave relacionadas con Virtualización, SDN (Software Defined Network), Enseñanza, Pedagogía, gamificación y aprendizaje basado en juegos.

La tecnología de redes informáticas ha experimentado tres grandes revoluciones a lo largo de su historia. La primera fue la migración de la conmutación de circuitos a la conmutación de paquetes, la segunda fue el paso de redes cableadas a redes inalámbricas y actualmente, la tercera, es el movimiento desde el hardware hacia el software. Esta última transición está tomando lugar debido a la virtualización, en donde los equipos de red físicos están siendo reemplazados por software con las mismas funciones [25]. La virtualización, como se define en [45], es la separación lógica de algún servicio ofrecido de los recursos físicos que lo soportan, brindando la capacidad de ejecutar aplicaciones o sistemas operativos en un entorno lógicamente distinto e independiente.

Se define SDN como un nuevo paradigma de redes, donde el hardware dedicado al reenvío de información es desacoplado de las decisiones de control, la lógica de control es centralizada, lo que permite que la infraestructura de red subyacente sea abstraída del punto de vista de la aplicación [27]. La idea de las SDN fue surgiendo desde aproximadamente 1996 con acercamientos como las Active Networks [46], DCAN [47], NETCONF [48] y Ethane [49]. En 2007, un grupo de trabajo de la Universidad de Standford formado por los profesores Nick McKeown, Scott Shenker y el estudiante de doctorado Martín Casado desarrollaron OpenFlow y fundaron Nicira, una compañía de virtualización de redes y es en ese momento donde se sitúa el nacimiento de SDN [50]. En años recientes, la ONF, ha impulsado la transformación de la infraestructura de red y han construido soluciones abiertas aprovechando la desagregación de la red, las economías de caja blanca, las tecnologías SDN / NFV / Cloud y el software de código abierto para revolucionar la industria de las redes. En la página oficial de ONF se presentan sus principales aportes que se listan a continuación [21]:

- SDN (2011): desacople de los planos de control y datos, habilitando el control de la red para ser directamente programable.
- OpenFlow (2012): primera interfaz de comunicaciones estándar definidas entre las capas de control y datos (reenvío) de una arquitectura SDN.
- ONOS (2014): SDN OS para proveedores de servicio con escalabilidad, alta disponibilidad, alto rendimiento y abstracciones para crear APPs y servicios.
- CORD (2016): para transformar el borde de la red en una plataforma ágil para la entrega de servicios

La aplicación de las SDN se sitúa comúnmente en los datacenters, por ejemplo, en el caso de Google [51] y para el sector empresarial [52][53]. Actualmente, se realizan investigaciones para aplicar SDN con aprendizaje automático [54], IOT [55], transmisión de video [56], servicios 5G [57], wi-fi direct [58], entre otros campos.

Para la introducción del tema SDN en el ámbito educativo, en el proyecto de investigación planteado en [59] se relaciona una revisión de las investigaciones sobre educación de redes centrado en SDN, se diseña e implementa un curso y finalmente se evalúa el impacto del mismo. En [60] se creó un marco novedoso para docencia e investigación relacionada con SDN donde se definieron relaciones para un conjunto de actores, partes interesadas, fases y componentes. En [61] se creó una red experimental de redes de computadoras basada en SDN para uso educacional en la BUPT (Beijing University of Posts and Telecommunications) para afrontar el rápido desarrollo de la tecnología y ciencia de redes y mejorar los experimentos de red en colegios y universidades los cuales son de baja eficiencia y poca flexibilidad debido a diferentes limitaciones.

En distintos trabajos predomina el uso del emulador Mininet [62][63], virtualización con Openstack [64], controladores de código abierto como RYU, Floodlight y ODL (Open Daylight) [52] y uso del protocolo OpenFlow [65] como herramientas para el diseño e investigación en esta temática, donde se establecieron los requerimientos de hardware y software para la configuración de máquinas virtuales y se diseñaron estrategias de enseñanza basadas en la creación de redes virtuales. En lo referente a plataformas de prueba, se hace uso de infraestructuras existentes como es el caso de [66] en la que se implementó una arquitectura de laboratorio Virtual SDN y NFV integrado con la plataforma NEWTELP (Unión Europea). En el trabajo [19], se consideraron dos tesbed: DETERLAB (California) Y NCL (Singapore). El uso de la plataforma ADRENALINE (España) se presenta en [67].

Con respecto a al uso de los juegos como estrategia en los procesos de enseñanza y aprendizaje se halla gran cantidad de publicaciones, trabajos y casos de aplicación en instituciones educativas desde niveles básicos hasta posgrados. En [68] se crea una aplicación basada en juegos para desarrollar y mejorar las habilidades de programación y el conocimiento algorítmico cuyo enfoque fue explorar la efectividad del aprendizaje en los estudiantes de los programas de educación en computación de pregrado. También en [69] se presenta una revisión sistemática sobre el aprendizaje basado en juegos, aplicado a la enseñanza en la educación superior donde se identificó una tendencia incremental en las publicaciones del uso del aprendizaje basado en juegos, particularmente para la enseñanza de la matemática. El trabajo publicado en [70] aporta un estudio de los beneficios que genera el uso de técnicas de gamificación en el contexto de las ingenierías informáticas, aporta un análisis del impacto de la actuación en la motivación y satisfacción del estudiante, así como en los resultados de aprendizaje y en [71] se explora cómo la gamificación aumenta tanto la motivación académica

como la satisfacción con la actividad para eventualmente mejorar el rendimiento académico en los estudiantes.

2.5 Marco contextual

2.5.1 Universidad de Pamplona

La Universidad de Pamplona “nació en 1960 como una institución privada, fue convertida en universidad pública de orden departamental mediante el decreto No 0553 del 5 de agosto de 1970 y en 1971 el Ministerio de Educación Nacional la facultó para otorgar títulos profesionales”[72].

2.5.1.1 Proyecto educativo institucional. El Proyecto educativo institucional (PEI) de la universidad, expresa el espíritu abierto y democrático que la caracteriza, y su compromiso con el desarrollo regional y nacional; El que hacer de la Universidad de Pamplona se concibe como una tradición en la región, y obliga a la institución a mantenerse vigente a través de sus acciones formativas, investigativas y de proyección social en diferentes campos del saber y de la práctica.

Dentro del PEI, se identifica el pilar misional de la docencia y excelencia académica, dentro del cual se consideran los principios de idoneidad y pertinencia que enmarca el contenido y la estrategia pedagógica a desarrollar en el presente trabajo [43]. El tema de SDN es pertinente e idóneo como complemento al plan de estudios según las tendencias del mercado y acorde al proyecto educativo de la universidad.

2.5.1.2 Pensamiento pedagógico institucional. En el Pensamiento pedagógico institucional (PPI) se definen “los principios y lineamientos generales que orientan el que hacer académico universitario, para cumplir de manera adecuada e innovadora con el desarrollo de los procesos de formación integral a los que se ha comprometido la institución en su misión y visión” [73].

2.5.2 Programa de Ingeniería en Telecomunicaciones

El Programa de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad de Pamplona fue creado por el Acuerdo No. 067 del 31 de agosto de 2000 del Honorable Consejo Superior. Este programa está incorporado al Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES), con fecha de registro 15 de mayo de 2001, donde se le asigna el Código ICFES No. 121243840005451811100 y el código SNIES 11874. En el año 2019 el programa de Ingeniería en Telecomunicaciones obtuvo su primera acreditación de alta calidad por 4 años bajo la resolución 4452 del 8 de mayo de 2019 otorgada por el Consejo Nacional de Acreditación CNA.

El programa es de tipo pregrado, presencial, con un total de 165 créditos y una duración de 10 semestres, se encuentra adscrito al Departamento de Eléctrica, Electrónica, Sistemas y Telecomunicaciones (DEEST), pertenece a la Facultad de Ingenierías y Arquitectura y se ofrece en las sedes de Pamplona y Villa del rosario [11].

3. Metodología

El desarrollo del presente trabajo de grado encuentra relación con la línea de investigación de telemática de la facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad de Pamplona y con la línea de telemática del grupo UNITEL, de Ingeniería de

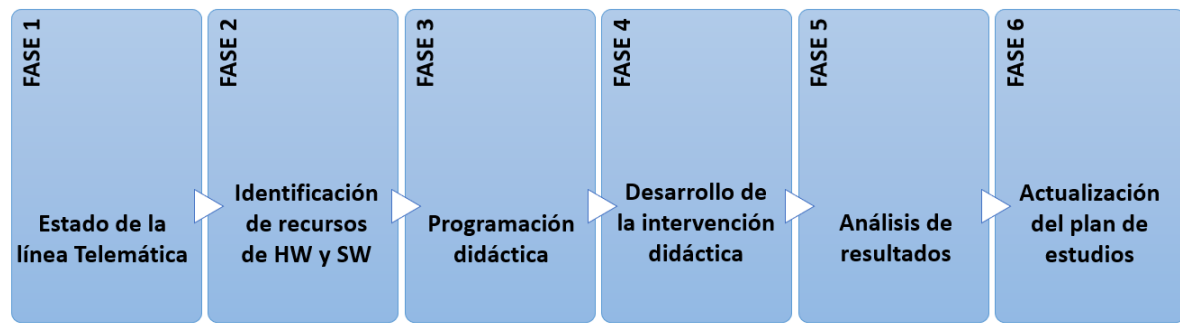
Telecomunicaciones de la Universidad Santo Tomás. Se desarrolló un tipo de investigación cuantitativa experimental que permitió medir el efecto en cuanto al grado de apropiación de conocimientos y habilidades al adoptar una metodología de enseñanza específica que involucró estudiantes de pregrado de ingeniería de telecomunicaciones.

La investigación o diseño experimental se emplea en la validación de intervenciones pedagógicas que incluyen métodos de enseñanza, ambientes escolares, herramientas, etc. Todo esto en pequeños grupos y en contextos específicos, las investigaciones experimentales permiten establecer el efecto de una variable independiente sobre otra variable dependiente [74]. Una investigación experimental es válida cuando el investigador confirma que un cambio en la variable dependiente se debe a la manipulación de la variable independiente. Se deben establecer dos grupos equivalentes, uno denominado experimental y otro control, conformados en lo posible con sujetos escogidos aleatoriamente [75].

Para aplicar este tipo de investigación, se siguen los siguientes pasos:

1. Aplicar una prueba "antes" (*pre-test*) de la variable dependiente en ambos grupos.
2. Implementar la variable independiente sobre el grupo experimental.
3. Hacer otra prueba "después" (*post-test*) en ambos grupos.
4. Analizar la diferencia entre los puntajes previos y posteriores a la prueba [74].

Se desarrolló una intervención didáctica abordando el tema de forma teórica y práctica, permitiendo afianzar los conceptos básicos, definiciones, arquitectura y funcionamiento. Se plantearon seis fases para el desarrollo de la investigación, En la Figura 7 se presenta la estructura metodológica para introducir el tema de SDN en los contenidos de la línea de telemática.

Figura 7. Estructura metodológica del trabajo de investigación

En la *Fase 1* se analizó el estado de la línea de telemática en cuanto a pedagogía aplicada, cuerpo docente, contenidos impartidos, prácticas de laboratorio y nivel de conocimiento de los estudiantes. Se realizó una encuesta dividida en dos secciones, 15 preguntas en escala Likert para indagar la importancia de las telemáticas y 5 preguntas abiertas sobre el uso de herramientas de software y hardware, dirigida a todos los docentes de la línea de telemática para conocer su modelo pedagógico, método, metodologías y estrategias de enseñanza aplicadas en el programa de ingeniería en Telecomunicaciones, todo enmarcado dentro del pensamiento pedagógico institucional (PPI). La estructura de la encuesta se especifica en la Tabla 1.

También se analizó el nivel de competencias digitales de los estudiantes de pregrado como factor clave al momento de diseñar las estrategias de enseñanza, ya que es necesario tener ciertas competencias mínimas para desarrollar los contenidos de forma eficiente, la estructura de la encuesta se divide en dos bloques, competencias generales mediante el test en línea de Ikanos que se basa en el marco europeo Digcom [76] y un test específico enfocado en medir competencias en informática y afinidad hacia los videojuegos que se muestra especificado en la Tabla 2.

Tabla 1. *Encuesta a docentes de la línea de telemática*

Niveles de calificación: 1. Totalmente en desacuerdo. 2. En desacuerdo. 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo. 4. De acuerdo. 5. Totalmente de acuerdo.	
Nº	PREGUNTA
1	La línea de telemática es de gran interés por parte de la academia para la formación de estudiantes de pregrado.
2	La línea de telemática es importante para la industria en la formación de estudiantes de pregrado.
3	Los temas tratados en las asignaturas son pertinentes conforme a los conocimientos y habilidades demandados por el sector.
4	Los contenidos programáticos en telemática se actualizan frecuentemente.
5	En general, los temas abordados en la línea de las telemáticas son complejos y difíciles de enseñar.
6	Las prácticas de laboratorio que se desarrollan son suficientes para fortalecer el aprendizaje de conceptos y adquisición de habilidades en los estudiantes.
7	El hardware disponible en los laboratorios es suficiente y adecuado para el desarrollo de las prácticas.
8	El software utilizado en las prácticas de laboratorio es el más adecuado disponible según el nivel o necesidades de los estudiantes.
9	La estrategia de enseñanza-aprendizaje que se aplica a los estudiantes es la más pertinente para el tipo de estudiantes y temas tratados.
10	Es difícil cambiar o proponer una estrategia didáctica diferente para la enseñanza de las asignaturas de telemática.
11	Se usan herramientas de software (plataformas y aplicaciones) para el apoyo docente que facilitan el desarrollo de las clases y evaluación de los estudiantes.
12	Se percibe que el nivel de atención promedio de los estudiantes en las clases es alto durante todo el semestre.
13	Los estudiantes perciben el nuevo conocimiento como útil, relevante y pertinente para su carrera.
14	Se percibe que las dinámicas y reglas de clase, entrega de trabajos y evaluaciones generan confianza en los estudiantes durante el semestre.
15	Se percibe que al final del semestre los estudiantes se sienten conformes o satisfechos con los conocimientos adquiridos comparado con las expectativas al inicio.
PREGUNTAS ABIERTAS	
Nº	PREGUNTA
1	Describa brevemente la estrategia(s) de enseñanza-aprendizaje aplicadas en sus clases.
2	Liste las plataformas y aplicaciones educativas que más utiliza.
3	Liste las prácticas de laboratorio desarrolladas durante el semestre.
4	Liste las aplicaciones y herramientas de software usadas en las prácticas y laboratorios.
5	¿Cuáles recursos de hardware (Equipos, elementos, herramientas) utiliza en sus prácticas y laboratorios?

Tabla 2. Encuesta para medir competencias específicas digitales en los estudiantes

TEST ESPECÍFICO DE COMPETENCIAS DIGITALES							
Nº	PREGUNTA	1	2	3	4	5	6
1	¿Con cuáles sistemas operativos ha trabajado?	Windows	Linux	Mac OS	Unix	Otro ¿Cuál?	
2	¿Con cuales software de virtualización ha trabajado?	VMware	Virtual Box	Virtual PC	Otro ¿Cuál?	Ninguno	
3	¿Con cuáles lenguajes de programación ha trabajado?	Java	Phyton	C#	JavaScri pt	Otro ¿Cuál?	Ninguno
4	¿Cuál considera que es su nivel de habilidad para instalar y configurar sistemas operativos para PC?	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
5	¿Qué tan cómodo se siente estudiando con medios digitales (Presentaciones, Archivos pdf, Archivos de texto, videos, etc)	Muy incómod o	Incómod o	Indiferen te	Cómodo	Muy cómodo	
6	¿En qué lugar prefiere desarrollar actividades como tareas, talleres y otras actividades académicas?	En el aula de clase	En casa				
7	¿Cuánto tiempo dedica para aprender nuevo conocimiento o habilidades a través de Internet?	No estudio	Menos de 1 hora	Entre 1 a 2 horas	Entre 2 a 3 horas	Entre 3 a 4 horas	Más de 4 horas
8	¿Qué tanto le gusta jugar algún tipo de videojuego?	Muy poco	Poco	Indiferen te	Mucho	demasiad o	

TEST ESPECÍFICO DE COMPETENCIAS DIGITALES							
Nº	PREGUNTA	1	2	3	4	5	6
9	¿Cuántas horas al día juega videojuegos en línea o fuera de línea?	No juego	Menos de 1 hora	Entre 1 a 2 horas	Entre 2 a 3 horas	Entre 3 a 4 horas	Más de 4 horas
10	De los siguientes perfiles de personajes de videojuegos ¿con cuál se identifica?	Explorador	Pensador	Triunfador	Socializador	Filántropo	Revolucionario

La prueba Pre-Test detallada en el Apéndice A permitió medir el nivel de conocimiento de los estudiantes antes de la intervención didáctica, se aplicó en ambos grupos (experimental y control) un cuestionario diagnóstico de 50 preguntas para medir la variable dependiente de rendimiento académico, dividida en 3 áreas base que son redes de computadoras, sistemas operativos y Programación básica.

La *Fase 2* permitió identificar la disponibilidad de recursos de hardware y software, accesos físicos, plataformas virtuales y demás elementos necesarios para la ejecución de la intervención. Se realizaron inventarios de hardware y software disponibles en el laboratorio de telemática de la sede de Villa del Rosario, a nivel educativo también fueron identificadas las plataformas y herramientas en línea más utilizadas.

En la *Fase 3* se realizó la programación didáctica, que incluyó la generación del material educativo, abarcando las 16 semanas de duración del semestre académico. En la Figura 8 se especifican los elementos de la programación que supuso responder a una serie de preguntas planteadas cuando se planificó la intervención.

Figura 8. *Elementos de la programación didáctica*

Con la descripción, justificación y objetivos se definió el para qué se debía realizar la actividad didáctica, estableciéndose como punto de referencia de todos los demás elementos de la programación, sirvieron como orientación y guía para la planificación y puesta en práctica del ejercicio educativo bajo el tema SDN. En cuanto a los contenidos, se revisaron varias fuentes de información dando prioridad a la página de la ONF y libros en línea disponibles en las bases de datos.

La metodología determinó las estrategias pedagógicas de enseñanza y aprendizaje, planteando el cómo se va a enseñar, los recursos de hardware y software, las herramientas y las actividades para alcanzar el cumplimiento de los objetivos dentro de un tiempo establecido. La secuenciación y calendario permitió organizar y ajustar la intervención según los temas a desarrollar, los recursos disponibles y la disponibilidad de docentes y estudiantes. Al finalizar se plantearon las formas de evaluación de conocimientos y habilidades adquiridos por los estudiantes.

Con respecto a la componente práctica de la intervención, se implementó una red SDN de prueba utilizando inicialmente el software Mininet para la emulación de la red y posteriormente implementando una red híbrida en el laboratorio de telemática. En cada caso se

generó una guía de laboratorio según el formato FLA-23 (Guía unificada de laboratorios) de la Universidad de Pamplona.

La *Fase 4* tuvo que ver con la acción de desarrollar la intervención didáctica, siguiendo la programación y aplicando la estrategia de enseñanza-aprendizaje escogida. Se estipuló que una prueba piloto de la intervención se realizara en las 4 primeras semanas del semestre académico.

Se establecieron los dos grupos de estudiantes, al primero denominado experimental (sede Villa del Rosario), se les aplicó la estrategia didáctica de Gamificación y Aprendizaje Basado en Juegos, el otro grupo denominado control (sede Pamplona), quienes recibieron una estrategia pedagógica habitual. En este caso particular los dos grupos no son equivalentes debido a que los mismos no fueron formados al azar, sino que se tuvo en cuenta la ubicación en cada sede, lo anterior constituye una investigación cuasi-experimental, aun así, los grupos son similares ya que corresponden a estudiantes de la asignatura de Telemática 3.

La *Fase 5* permitió evaluar, a través de un instrumento sobre los estudiantes participantes, el efecto de la estrategia de enseñanza después de aplicar juegos, lúdica y herramientas didácticas en línea como variable independiente, con el fin de medir de forma cuantitativa el rendimiento académico y la motivación como variables dependientes. Además, se realizó la documentación de los resultados para propuestas de mejora y trabajos futuros a desarrollar en semestres posteriores.

La prueba de conocimiento sobre el tema de SDN aplicada a ambos grupos sirvió para medir la efectividad de la estrategia didáctica escogida comparada con la estrategia tradicional, en el Apéndice B se detalla la prueba en forma de cuestionario en línea con 50 preguntas de selección múltiple y un tiempo máximo de 30 minutos.

Así mismo se realizó un cuestionario para recopilar información acerca del nivel de motivación, esta vez sólo sobre el grupo experimental, adoptando el modelo ARCS motivacional de Keller [4] que mide las 4 dimensiones de Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción mediante su Instrumento IMMS (*Instructional Materials Motivation Survey*) compuesto por 36 preguntas con 5 opciones de respuesta para cada una. También se agregaron 4 preguntas conforme a las particularidades de la intervención realizada. En la Tabla 3 se detalla el cuestionario aplicado. Las respuestas se dividen en 5 niveles, y teniendo como referencia el trabajo realizado en [77] se les asignó diferentes pesos para realizar la ponderación, 50% (nivel 5), 40% (nivel 4) y 10% (nivel 3). Algunas preguntas se plantearon de forma invertida, por lo tanto, los pesos también se invierten, 50% (nivel 1), 40% (nivel 2) y 10% (nivel 3).

Tabla 3. Prueba de motivación adoptado del cuestionario IMMS

Código		PREGUNTA
Nº	Factor	
01	C01	Cuando miré por primera vez la lección y la estrategia de enseñanza presentada, tuve la impresión de que sería fácil para mí.
02	A01	Había algo interesante al comienzo de esta lección que llamó mi atención.
03	C02	El material presentado fue más difícil de entender de lo que me hubiera gustado.
04	C03	Después de ver la presentación introductoria del tema, me sentí seguro de que sabía lo que se suponía que debía aprender de esta lección.
05	S01	Completar los cuestionarios y realizar las actividades de esta lección me dio una sensación satisfactoria de logro.
06	R01	Para mí está claro cómo se relaciona el contenido del tema desarrollado con las cosas que ya sabía.
07	C04	Muchas de las presentaciones y materiales de apoyo tenían tanta información que era difícil distinguirlas y recuerde los puntos importantes.
08	A02	Los materiales presentados son llamativos.

Código		PREGUNTA
Nº	Factor	
09	R02	Hubo historias, imágenes, ejemplos o casos reales que me mostraron cómo este tema puede ser importante para algunas personas.
10	R03	Completar esta lección con éxito fue importante para mí.
11	A03	La calidad de la escritura y redacción ayudó a mantener mi atención.
12	A04	Este tema es tan abstracto que fue difícil mantener mi atención en él.
13	C05	Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podría aprender contenido.
14	S02	Disfruté tanto esta lección que me gustaría saber más sobre el tema.
15	A05	Las presentaciones de esta lección se ven simples y poco atractivas.
16	R04	El contenido de esta lección es relevante para mis intereses.
17	A06	La forma en que la información está organizada en las presentaciones ayudó a mantener mi atención.
18	R05	Hay explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento referente a este tema.
19	C06	Las actividades y cuestionarios de esta lección fueron demasiado difíciles.
20	A07	La forma de presentar el tema tiene cosas que estimularon mi curiosidad.
21	S03	Realmente disfruté estudiando este tema.
22	A08	La cantidad de repeticiones en la presentación del tema hizo que me aburriera algunas veces.
23	R06	El contenido y el estilo de escritura de esta lección transmiten la impresión que vale la pena conocer su contenido.
24	A09	Aprendí algunas cosas que fueron sorprendentes o inesperadas.
25	C07	Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que estaría capaz de pasar una prueba en él.
26	R07	Esta lección NO era relevante para mis necesidades porque ya sabía la mayor parte.
27	S04	La redacción de la retroalimentación después de las actividades, o de otros comentarios en esta lección, me ayudó a sentirme recompensado(a) por mi esfuerzo.
28	A10	La variedad de pasajes de lectura, actividades, ilustraciones, videos etc., ayudó a mantener mi atención en la lección.
29	A11	El estilo de escritura es aburrido.
30	R08	Podría relacionar el contenido de esta lección con cosas que he visto, hecho o pensado en mi propia vida.
31	A12	Hay tantas palabras en cada presentación que resulta irritante.
32	S05	Se sintió bien completar con éxito esta lección.

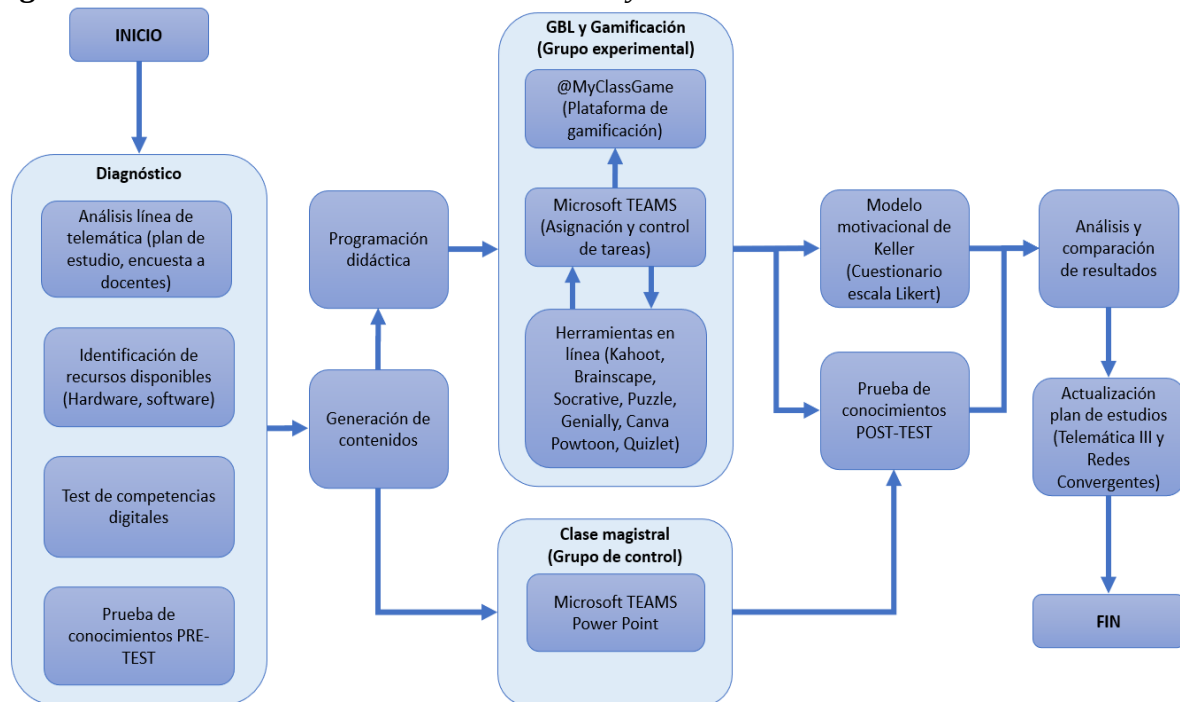
Código		PREGUNTA
Nº	Factor	
33	R09	El contenido de esta lección me resultará útil.
34	C08	Realmente no pude entender bastante del material de esta lección.
35	C09	La buena organización del contenido me ayudó a estar seguro de que aprendería este material.
36	S06	Fue un placer trabajar en una lección tan bien diseñada.
37	NA	Conforme avanzaba la estrategia de enseñanza propuesta este dejó de ser atractiva y estimulante para mí.
38	NA	Las herramientas tecnológicas utilizadas durante la lección resultaron ser un gran apoyo para mi proceso de aprendizaje.
39	NA	Me gustaría que la estrategia de enseñanza propuesta fuera aplicada a otros temas y asignaturas.
40	NA	El manejo del tema, las herramientas tecnológicas y el sistema de calificación fue el más acertado.

Nota: Adoptado del diseño motivacional de Keller [4].

Finalmente, en la *Fase 6*, se propone al comité curricular del programa de ingeniería en telecomunicaciones la actualización del plan de estudios en la línea de telemática de tal forma que se incluya el tema de redes definidas por Software y la socialización de los resultados en cuanto a rendimiento académico y motivación al aplicar la estrategia didáctica desarrollada.

4. Resultados

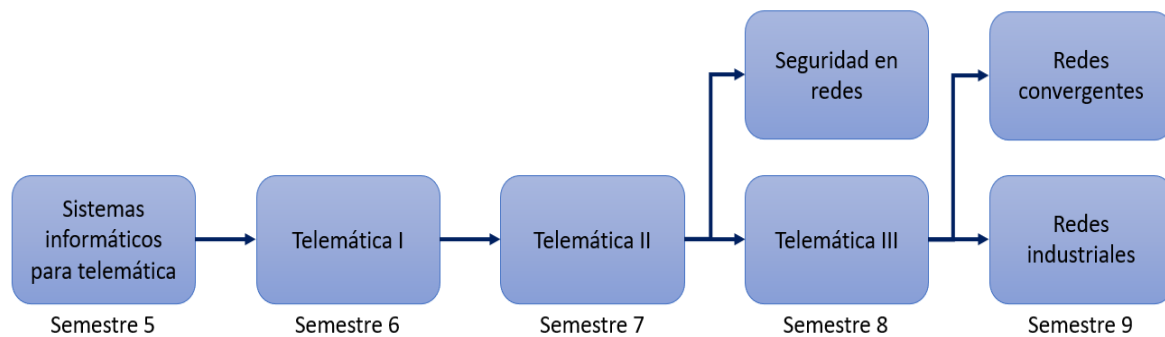
En este capítulo se presentan los resultados obtenidos al implementar una estrategia de GBL y Gamificación y al mismo tiempo la inclusión del tema de SDN en el programa de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad de Pamplona. Se cumplió con el objetivo de actualizar los contenidos programáticos y se validó la mejora en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes de pregrado mediante una prueba piloto. En la Figura 9 se muestra la secuencia realizada para el desarrollo del trabajo.

Figura 9. *Secuencia de la intervención didáctica y sus resultados*

4.1 Diagnóstico de la línea de telemática, estudiantes y docentes

4.1.1 Línea de telemática

4.1.1.1 Plan de estudios. La intervención didáctica se desarrolló en la línea de telemática compuesta por 7 asignaturas: Sistemas informáticos para telemática, Telemática I, Telemática II, Telemática III, Seguridad en redes, redes industriales y redes convergentes, que se desarrollan a partir del quinto semestre con temas relacionados a interconexión de dispositivos, protocolos, servicios, software, aplicaciones de red, entre otros. En la Figura 10 se presentan las asignaturas de la línea de telemática desde el quinto al noveno semestre.

Figura 10. Línea de telemática del plan de estudios de Ing. en telecomunicaciones

4.1.1.2 Contenidos y prácticas. Los contenidos programáticos y las prácticas de cada asignatura de la línea de telemática fueron analizados en su formato FGA-23 (Contenidos Programáticos Programas de Pregrado), los cuales se detallan en el Apéndice C. En cada uno de los espacios académicos de la línea de telemática se realizan prácticas y laboratorios físicos o simulados cuyo objetivo es afianzar los conceptos teóricos adquiridos en cada unidad. El resultado del análisis de cada asignatura hasta el semestre 8 se muestra a continuación.

- **Sistemas informáticos para telemática**, ubicada en el quinto semestre, en esta se considera la unidad 5, referente a sistemas operativos, ya que los estudiantes deben familiarizarse con LINUX para la implementación de soluciones SDN, también la unidad 7, que tiene que ver con virtualización, concepto clave en la simulación y despliegue de redes SDN.
- **Telemática I**, Aunque SDN se basa en software, se requiere diseñar su infraestructura, interconectado ciertos equipos terminales y de red, los modelos de redes OSI y TCP/IP en sus primeras capas son la base para el estudio de las redes definidas por software.
- **Telemática II**, las unidades 3 y 4 tienen que ver con protocolos de enrutamiento que proporciona a los estudiantes las herramientas para entender el funcionamiento e intercambio de paquetes de estado en un ambiente de red definida por software.

- **Telemática III**, se analiza la unidad 1, Capa de aplicación y servicios de red que permite comprender la capa de aplicación de la arquitectura SDN según la ONF.

4.1.1.3 Docentes. En cada sede se imparte un mismo plan de estudios. A continuación, en la Tabla 4, se describen algunas de las estrategias de enseñanza y aprendizaje que el programa de Ingeniería en Telecomunicaciones aplica para el desarrollo de sus contenidos curriculares particularmente en la línea de telemática, según la encuesta definida en la Tabla 1 aplicada a los docentes de la línea.

Tabla 4. Resultado de la encuesta a docentes de telemática

Niveles de calificación: 1. Totalmente en desacuerdo. 2. En desacuerdo. 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo. 4. De acuerdo. 5. Totalmente de acuerdo.						
Nº	PREGUNTA	RESPUESTA (%)				
		1	2	3	4	5
1	La línea de telemática es de gran interés por parte de la academia para la formación de estudiantes de pregrado.	0	0	0	42,85	57,15
2	La línea de telemática es importante para la industria en la formación de estudiantes de pregrado.	0	0	0	28,6	71,4
3	Los temas tratados en las asignaturas son pertinentes conforme a los conocimientos y habilidades demandados por el sector.	0	0	57,14	28,5	14,28
4	Los contenidos programáticos en telemática se actualizan frecuentemente.	0	0	42,85	28,57	28,57
5	En general, los temas abordados en la línea de las telemáticas son complejos y difíciles de enseñar.	0	14,28	57,14	28,57	0
6	Las prácticas de laboratorio que se desarrollan son suficientes para fortalecer el aprendizaje de conceptos y adquisición de habilidades en los estudiantes.	0	0	28,57	57,14	14,28
7	El hardware disponible en los laboratorios es suficiente y adecuado para el desarrollo de las prácticas.	0	14,28	42,85	14,28	28,57
8	El software utilizado en las prácticas de laboratorio es el más adecuado disponible según el nivel o necesidades de los estudiantes.	0	28,57	14,28	28,57	28,57
9	La estrategia de enseñanza-aprendizaje que se aplica a los estudiantes es la más pertinente para el tipo de estudiantes y temas tratados.	0	0	42,85	28,57	28,57
10	Es difícil cambiar o proponer una estrategia didáctica diferente para la enseñanza de las asignaturas de telemática.	14,28	28,57	14,28	42,85	0

Niveles de calificación: 1. Totalmente en desacuerdo. 2. En desacuerdo. 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo. 4. De acuerdo. 5. Totalmente de acuerdo.						
Nº	PREGUNTA	RESPUESTA (%)				
		1	2	3	4	5
11	Se usan herramientas de software (plataformas y aplicaciones) para el apoyo docente que facilitan el desarrollo de las clases y evaluación de los estudiantes.	0	0	14,28	28,57	57,14
12	Se percibe que el nivel de atención promedio de los estudiantes en las clases es alto durante todo el semestre.	0	14,28	14,28	57,14	14,28
13	Los estudiantes perciben el nuevo conocimiento como útil, relevante y pertinente para su carrera.	0	0	14,28	42,85	42,85
14	Se percibe que las dinámicas y reglas de clase, entrega de trabajos y evaluaciones generan confianza en los estudiantes durante el semestre.	0	0	14,28	71,42	14,28
15	Se percibe que al final del semestre los estudiantes se sienten conformes o satisfechos con los conocimientos adquiridos comparado con las expectativas al inicio.	0	0	14,28	71,42	14,28
PREGUNTAS ABIERTAS						
Nº	PREGUNTA	RESPUESTAS				
1	Describa brevemente la estrategia(s) de enseñanza-aprendizaje aplicadas en sus clases.	Aula invertida, prácticas de laboratorio, estudios de caso, talleres, lectura de artículos científicos y libros, formación por retos y cursos externos.				
2	Liste las plataformas y aplicaciones educativas que más utiliza.	Microsoft TEAMS, Moodle, Zoom, LMS Cisco, LMS SENA virtual.				
3	Liste las prácticas de laboratorio desarrolladas durante el semestre.	IPv6, VLAN, protocolos de enrutamiento, seguridad en redes, cableado estructurado, virtualización de sistemas operativos, configuración básica de equipos de red, VTP, NAT, ACL.				
4	Liste las aplicaciones y herramientas de software usadas en las prácticas y laboratorios.	Cisco Packet tracer, Wireshark, NMAP, Olympus Network Monitor, Putty. VirtualBox, VMware, GNS3, winBox para gestión de equipos Mikrotik, AutoCAD, XAMPP, Simulink, Tinkercad.				
5	¿Cuáles recursos de hardware (Equipos, elementos, herramientas) utiliza en sus prácticas y laboratorios?	Router y Switch Cisco, Camaras IP, Gateways de VoIP, Switch HP, Switch Huawei, radios Ubiquiti 5Ghz. analizadores de espectro, SPF, módulo de voz , rputer inalámbricos.				

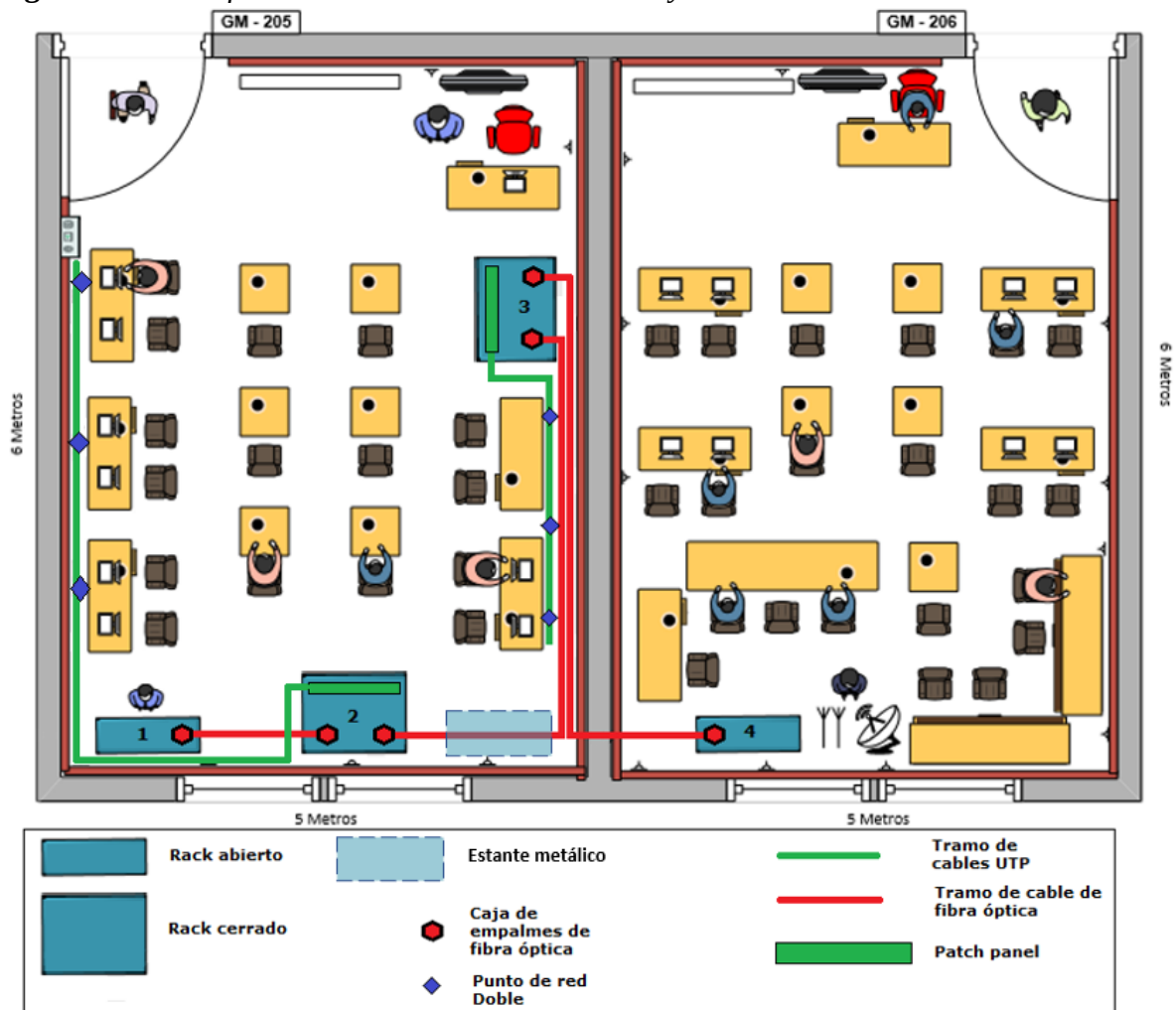
En conclusión, la línea de telemática es considerada importante para el programa de ingeniería en telecomunicaciones y los requerimientos en el campo laboral, sin embargo, los contenidos y estrategias pedagógicas deben actualizarse de tal forma que sean pertinentes a las necesidades actuales. Los softwares utilizados en las prácticas de laboratorio y el desarrollo de las clases son suficientes frente a la falta de equipos físicos.

Las estrategias de enseñanza aplicadas por los docentes son variadas, se evidencia el aumento en el uso de plataformas digitales debido a las clases virtuales desarrolladas en los últimos meses a causa de la pandemia del Covid-19. Finalmente se encuentra variedad de prácticas de laboratorio y utilización de diferentes equipos sobre muchos temas que se abordan en la línea de profundización.

4.1.2. Recursos disponibles

4.1.2.1 Laboratorio de telemática. El programa dispone de espacios destinados a las prácticas. El laboratorio de telemática, cuya nomenclatura dentro del campus de Villa de Rosario es GM-205, posee un área de 30 metros cuadrados, tiene una capacidad para 15 estudiantes y se utiliza con doble propósito, desarrollar clases magistrales y realizar las prácticas de la línea de telemática. El laboratorio contiguo denominado GM-206 está destinado a las asignaturas de telecomunicaciones y radiocomunicación con una capacidad para 15 estudiantes. En la Figura 11 se muestra la distribución física de los dos laboratorios GM-205 y GM 206.

4.1.2.2 Hardware. En el laboratorio de telemática se ubican 3 rack con equipos de red instalados y un estante metálico con equipos, materiales y herramientas. En el laboratorio de telecomunicaciones se ubica un rack. La Figura 12 y Figura 13 muestran en detalle estos racks y sus equipos instalados, los racks 1 y 4 son abiertos con equipos adquiridos hace más de 5 años, los racks 2 y 3 son cerrados y contienen equipos adquiridos recientemente. Además, se cuenta con pupitres, escritorios con equipos de cómputo y todo el cableado estructurado para su interconexión.

Figura 11. Plano físico de los laboratorios GM-205 y GM-206

El hardware que se encuentra en el laboratorio de telemática comprende equipos de red como enrutadores (*router*), conmutadores (*switch*), modem, Gateway de voz IP, radios, cámaras IP, entre otros, también se existen cables de interconexión, equipos de cómputo e infraestructura como rack de comunicaciones y paneles de conexión (*patch panel*). Se realiza inventario detallado del hardware disponible en el laboratorio que se muestra en el Apéndice D.

Figura 12. *Vista general del laboratorio de telemática***Figura 13.** *Detalle de los racks de comunicaciones*

Los equipos recientemente adquiridos por la Universidad comprenden 6 router y 6 switch que permiten implementar una red de mediana complejidad. Así mismo, existen equipos de cómputo marca HP con procesador I5, tienen instalado Windows 10 como sistema operativo. Ningún equipo tiene instalado alguna versión de Linux. En su mayoría los estudiantes y docentes ingresan al laboratorio equipos portátiles personales con sistema operativo Windows 10.

4.1.2.3 Software para prácticas de laboratorio. En el desarrollo de las prácticas de laboratorio de telemática se utilizan herramientas de software para realizar las actividades programadas según los temas vistos en cada asignatura. En el Apéndice E se listan algunas de estas herramientas como el simulador Cisco Packet Tracer, GNS3, Wireshark, entre otros.

4.1.2.4 Plataformas y aplicaciones educativas. Para el desarrollo de las clases en general se utilizan plataformas educativas y herramientas de apoyo para la interacción de docentes y estudiantes gracias a la creación de espacios virtuales. La Universidad de Pamplona facilita el acceso a plataformas y herramientas como Moodle, Bibliotecas Digitales, Microsoft TEAMS y existen otras que son gratuitas como Google Classroom, la plataforma ZOOM, entre otras. En el Apéndice F se listan algunos de estos recursos educativos utilizados para el desarrollo de las clases.

4.1.3 Competencias digitales de los estudiantes

Se realizó un análisis de las competencias digitales a ambos grupos experimental y control. Partiendo del plan de estudios que se aplica en el programa de ingeniería en

telecomunicaciones, se puede resaltar las asignaturas en cada semestre que desarrolla en los estudiantes las competencias mínimas requeridas para abordar el tema de redes definidas por software. En la Tabla 5 se realiza un análisis del primer al cuarto semestre.

Tabla 5. *Asignaturas de formación formal relacionadas con SDN*

Semestre	Asignatura	Temas desarrollados
Primero	Introducción a las telecomunicaciones.	Desde el primer semestre se presenta al estudiante un panorama general de todo el campo de las telecomunicaciones incluyendo las redes telemáticas y su diferente evolución a través de las décadas.
Segundo	Informática básica	Da las bases en capacidades óptimas en el manejo de herramientas informáticas y ofimáticas, ofreciendo conceptos y prácticas generales en las mismas. Dota a los estudiantes de los conocimientos necesarios en el área de ofimática e informática básica, para que estos tengan la capacidad de afrontar la llegada de nuevas tecnologías y el uso de las mismas.
	Programación I	Como antecedente fundamental para la programación de computadoras se encuentra el conocimiento relacionado con los algoritmos, los cuales dictan las pautas a seguir para el desarrollo de software aplicable a todos los lenguajes de programación.
Tercero	Programación II	Se estudian en problemas algorítmicos medianos y de alta complejidad para que el estudiante los diseñe, mediante un enfoque funcional elemental, que lo solucione y, por otro lado, lo desarrolle en un lenguaje de programación imperativa.
Cuarto	Programación para telecomunicaciones	se capacita al estudiante en el análisis y diseño de algoritmos y el empleo eficiente de los lenguajes de programación más relevantes, se comprenden los principios básicos de los lenguajes de programación, y se desarrollan los conocimientos, actitudes necesarias para el fácil autoaprendizaje de cualquier lenguaje de programación aplicado a la industria de las Telecomunicaciones. Se abordan lenguajes como Matlab, Phyton, html, Javascript, Java, Aplicaciones móviles, diseño WEB.

Por otra parte, el resultado de la encuesta aplicada permitió establecer que su nivel de competencias digitales es en general intermedio en estudiantes de ambos grupos. Se concluyó que introducir nuevas metodología y estrategias de enseñanza basadas en tecnología tendría

buena aceptación y facilidad en la asimilación por parte de los estudiantes. La Figura 14 y Figura 15 muestran el nivel de competencias digitales en cada grupo.

Figura 14. *Nivel de competencias digitales - Grupo de control*

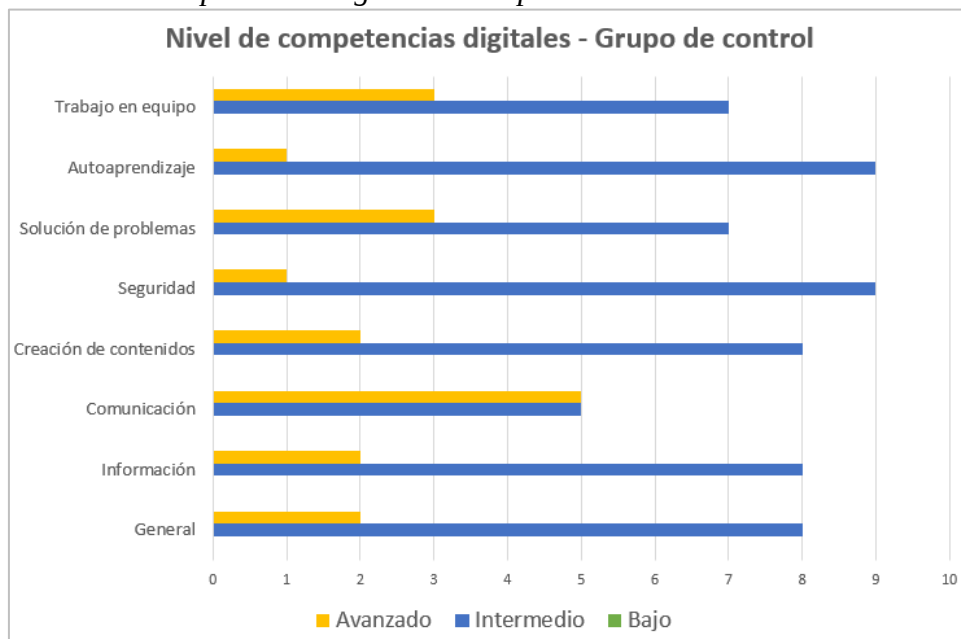
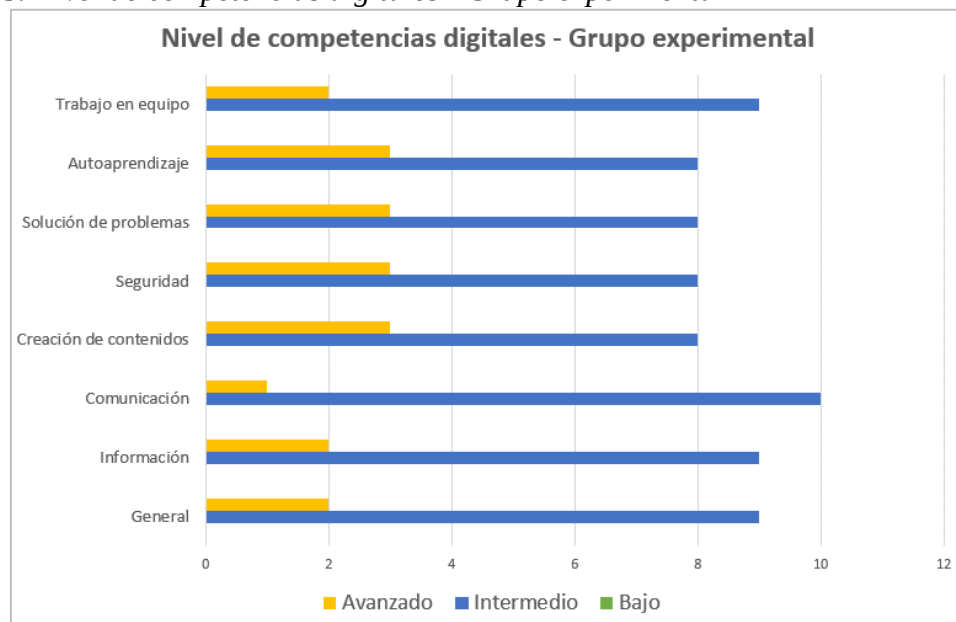


Figura 15. *Nivel de competencias digitales - Grupo experimental*

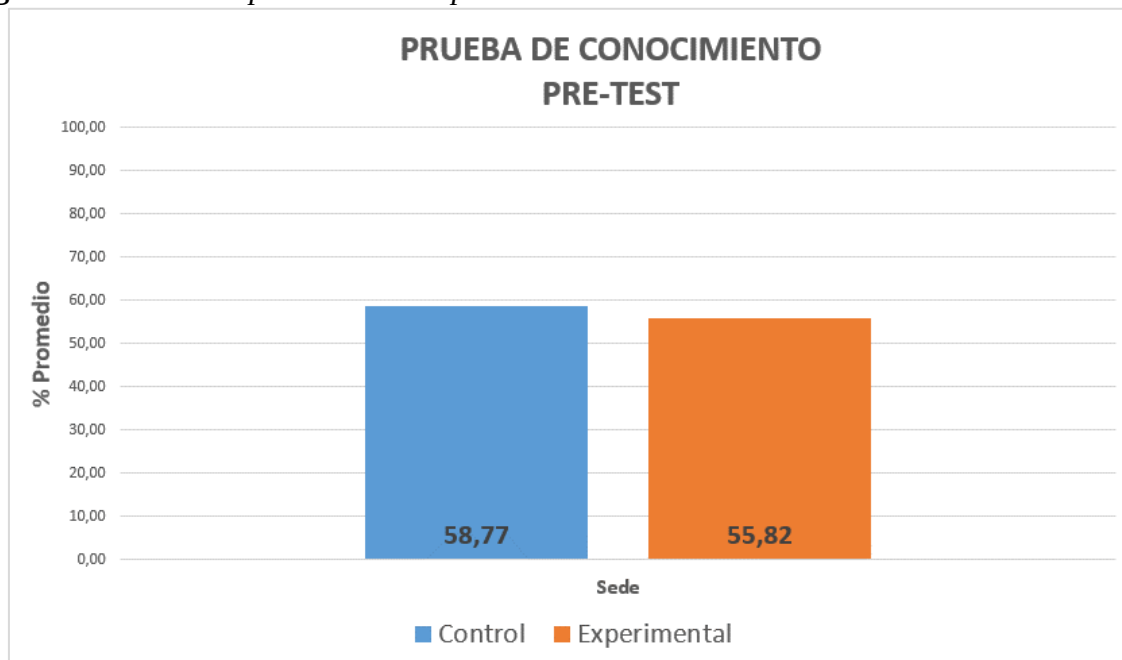
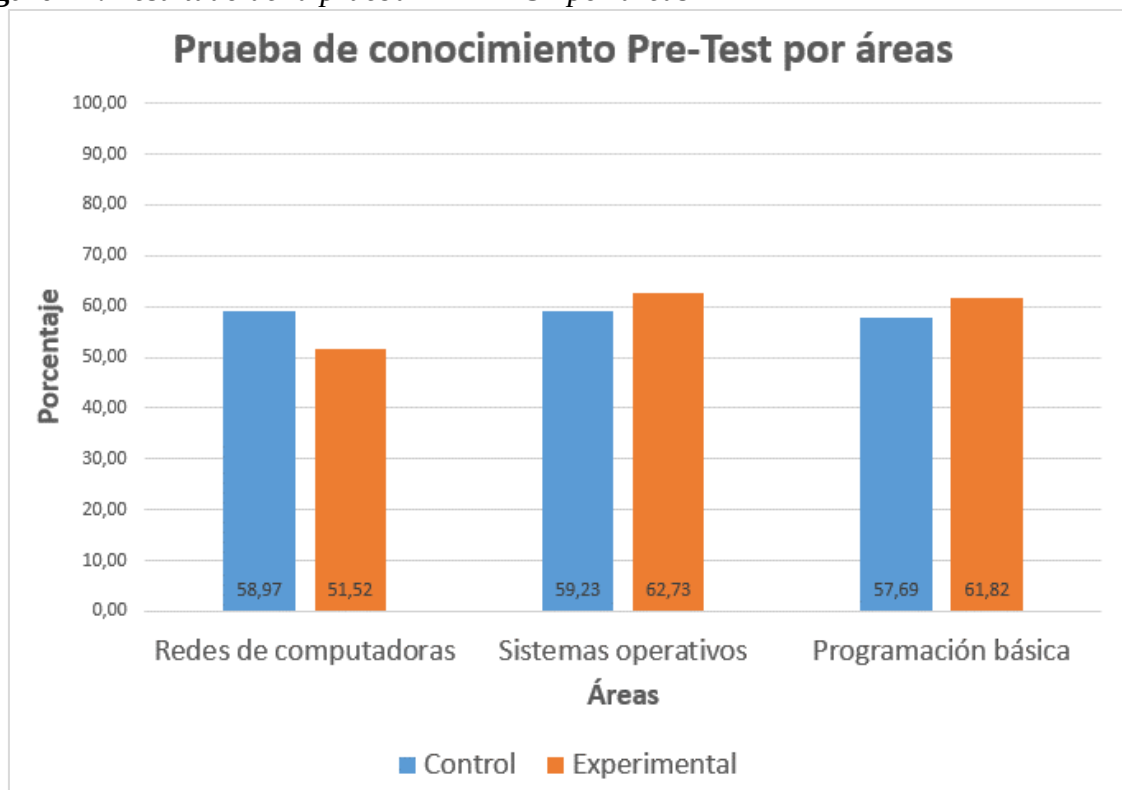


Además, la encuesta permitió determinar que el sistema operativo para computadoras más utilizado es Windows (100%), aunque algunos también utilizan Linux y Mac OS. El software de virtualización más utilizado es Virtual Box (76,19 %), aunque existe un 23 % de los estudiantes encuestados que no ha manejado ninguno. El lenguaje de programación con el que han tenido mayor contacto es C# (71,4 %) seguido de Java (47,61%) y Phyton (42,85 %). En promedio los estudiantes consideran que su nivel de habilidad para instalar y configurar sistemas operativos para PC es medio.

Como información relevante para este trabajo, se encontró que la gran mayoría se sienten cómodos estudiando con medios digitales como presentaciones, archivos pdf, archivos de texto, videos, etc y prefieren desarrollar actividades como tareas, talleres y otras actividades académicas en casa a excepción de las prácticas de laboratorio. También se indagó sobre la afinidad de los estudiantes hacia los video juegos. A 5 estudiantes les gusta mucho jugar alguno, mientras que a 7 le es indiferente, y a 9 les gusta poco o muy poco. A los que juegan, en promedio pasan entre 1 a 2 horas al día en esta actividad y el perfil de personaje de videojuegos con el cuál más se identifican es “Explorador” (42,85%).

4.1.4 Nivel de conocimientos base de los estudiantes

Se aplicó una prueba Pre-Test en ambos grupos, cuyo nivel promedio resultó ser cercano entre sí. La Figura 16 muestra el porcentaje de acierto en la prueba que fue de 58,77 % para el grupo de control y 55,82 % para el grupo experimental. También se presenta en la Figura 17 los resultados por áreas, dando como conclusión que tanto el grupo experimental como de control poseían los conocimientos base similares para afrontar el nuevo tema de redes definidas por software.

Figura 16. Resultado promedio de la prueba PRE-TEST**Figura 17.** Resultado de la prueba PRE-TEST por áreas

4.2 Programación didáctica

Se realizó la programación didáctica, estructurando los contenidos con el tema SDN y planteando la programación donde se discriminan unidades, temas, actividades y tiempo.

4.2.1 Justificación, descripción y objetivos de la intervención

En primera instancia se definió la justificación, descripción y los objetivos de la intervención sobre el tema de SDN (ver Tabla 6), con el fin de determinar su alcance, de modo que fueran útiles como referencia a los siguientes puntos desarrollados en la programación didáctica.

Tabla 6. *Justificación, descripción y objetivos*

ELEMENTO
JUSTIFICACIÓN En la actualidad, las redes han evolucionado en torno a las Redes Definidas por Software (SDN) al facilitar una gestión y seguridad centralizadas, mayor flexibilidad y menores costes, son probablemente el cambio de paradigma más grande experimentado en las redes de transmisión de datos en los últimos años. Según la UIT, las SDN son una evolución fundamental de la tecnología de redes que permitirá a los operadores de red establecer y gestionar nuevos recursos y redes por medio de software. Es necesario que los estudiantes de ingeniería en telecomunicaciones aborden el tema de SDN como respuesta a la dinámica del mercado y la adopción de nuevas tecnologías en el sector TI.
DESCRIPCIÓN Fundamentos de redes definidas por software - SDN permitirá conocer y apropiar los conocimientos básicos sobre la arquitectura, características y funcionamiento de las redes SDN con un enfoque práctico. Se abordan los conceptos de virtualización de equipos físicos bajo software, el estudio de redes programables, los modelos y estándares según lo plantean organismos internacionales como la ONF, practicas emuladas con Mininet y sobre una red híbrida con los equipos e infraestructura disponible en el laboratorio.
OBJETIVO GENERAL Comprender los conceptos, arquitectura y funcionamiento básico de las redes definidas por software con un enfoque práctico.

ELEMENTO
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
1 Identificar los componentes de la arquitectura SDN y sus funciones.
2 Determinar la aplicación de distintos controladores SDN disponibles en la actualidad.
3 Implementar una red de prueba emulada con el software Mininet.
4 Analizar los parámetros de funcionamiento de una red SDN implementada en el laboratorio.

4.2.2 Contenidos formativos

4.2.2.1 Revisión de fuentes de información. Se consideraron como fuentes las publicaciones y recomendaciones de organizaciones de estandarización que tratan el tema de SDN, principalmente la ONF que son los promotores de estándares abiertos sobre redes definidas por software. Se realizó búsqueda detallada de artículos científicos que abordan el tema de forma conceptual sobre la arquitectura, funcionamiento y características. Se revisó la base de datos IEEE xplorer, Scopus y Google Scholar. Finalmente, se exploraron algunas páginas web que tratan el tema de SDN. En el Apéndice G se listan todas las fuentes.

4.2.2.2 Unidades y temas. Se realizó el filtrado y clasificación de los contenidos hallados, teniendo en cuenta el tiempo estipulado para la intervención didáctica y el alcance de la misma. La Tabla 7 muestra el contenido dividido en unidades y temas.

Tabla 7. *Contenidos sobre SDN*

CONTENIDO				
UNIDAD			TEMAS	
1.	ARQUITECTURA	DE	REDES	- Introducción. - Evolución de las redes de computadoras. - Estado actual de las redes.
	ACTUALES			

CONTENIDO	
UNIDAD	TEMAS
2. REDES PROGRAMABLES	• Introducción. • Virtualización. • Computación en la nube. • Sistema operativo de red. • Virtualización de funciones de red (NFV). • Automatización de la red. • Redes basadas en intención. • Redes open source. • Redes SDN.
3. ARQUITECTURA SDN	• Definición. • Arquitectura tradicional. • Arquitectura ONF. • Southbound API. • Openflow. • Controlador. • Switches basados en software • Northbound API. • Capa de aplicación. • Open Stack.
4. IMPLEMENTAR RED SDN CON MININET	• Emulador Mininet. • Instalación de VM. • Instalación de Mininet. • Comandos básicos. • Topologías por defecto. • Uso de Miniedit. • Uso de Wireshark. • Conexión remota VM. • Conexión remota nodos Mininet.
5. IMPLEMENTAR CONTROLADORES	• FLOODLIGHT • POX • RYU • OPEN DAYLIGHT
6. IMPLEMENTAR RED HIBRIDA	• Interconexión de equipos físicos.

CONTENIDO	
UNIDAD	TEMAS
	• Implementación del controlador SDN. • Configuración de la red SDN híbrida. • Pruebas de interconexión y ancho de banda.

4.2.3 Metodología, estrategias y herramientas

4.2.3.1 Metodologías. Se analizaron distintas metodologías de enseñanza y aprendizaje en función del tipo y nivel de estudiantes, del contenido y del contexto donde se desarrolló la práctica pedagógica. Se adoptaron las metodologías combinadas de aula invertida y aprendizaje basado en juegos como estrategia dirigida específicamente a estudiantes de la línea de telemática.

4.2.3.2 Estrategias. Para la aplicación de la estrategia de gamificación y aprendizaje basado en juegos se determinaron los elementos del juego tal como lo plantea el Tecnológico de Monterrey [32] los cuales son: metas y objetivos, reglas, narrativa, libertad de elegir, libertad para equivocarse, recompensas, retroalimentación, estatus visible, cooperación y competencia, restricción de tiempo, progreso y sorpresa. La Tabla 8 describe aquellos que se consideraron relevantes, tomando como base la temática de los “viajes espaciales”.

Tabla 8. *Elementos del juego*

ELEMENTO DEL JUEGO	DESCRIPCIÓN
Objetivo	Se establece como objetivo general del juego “llegar a un mundo lejano donde la forma de vida y comunicación es muy diferente a la que tenemos en la tierra. Para poder llegar

ELEMENTO DEL JUEGO	DESCRIPCIÓN
Narrativa	allí y sobrevivir se debe realizar el entrenamiento adecuado y emprender un viaje por el espacio realizando paradas intermedias”. “Unknown Links. En el futuro, la forma de comunicarnos en la tierra está a punto de colapsar por la cantidad de personas, equipos e información que fluye por todo el mundo, los científicos han hallado un planeta en una galaxia lejana. Según los datos recopilados, existe vida en ese planeta, pero su forma de comunicarse es diferente. Al parecer existe una inteligencia central que controla toda la comunicación, esto hace que sea increíblemente eficiente y rápida. Ustedes han sido escogidos para que inicien su entrenamiento, puedan viajar al planeta y entender directamente cómo funciona su tecnología para comunican entre ellos”.
Reglas	• Se dividen los participantes en equipos con su propio nombre y distintivo. • Cada participante debe tener un avatar o imagen que lo identifique y un nombre clave o alias. • Cada participante adquiere puntos de experiencia por cada misión completada, no todas las misiones permiten obtener los mismos puntos de experiencia. • Los participantes suben de nivel por cada 1000 de experiencia. • Cada misión requiere tener un nivel mínimo para poder realizarse. Todos los participantes del equipo deben tener el nivel mínimo para poder avanzar. • Existen tareas alternativas que trazan diferentes rutas para cumplir con los objetivos de la misión. • Se inicia con 100 puntos de vida, las recompensas o productos suman puntos de vida, las penalidades disminuyen los puntos de vida. • Si un participante llega a 0 puntos de vida no puede participar en las misiones y debe realizar una actividad extra para resucitar. Se puede resucitar las veces que se deseen. • Todas las actividades tienen tiempo y fechas límite.
Recompensas y penalidades	• Existen reconocimientos en forma de medallas, puntos de experiencia y vida por varios comportamientos positivos como participación, entrega a tiempo de trabajos y actividades, llegar a tiempo a clase, compañerismo, liderazgo, entre otros. • Así mismo se penalizan los comportamientos negativos los cuales disminuyen puntos de vida. • Cada medalla tiene puntos de experiencia, dinero y puntos de vida relacionada. • También existe dinero (ficticio) que pueden adquirir los participantes por diferentes actividades y que les permite comprar productos en la tienda como “celda de energía para resucitar”, “Reloj para extender el tiempo”, etc.

ELEMENTO DEL JUEGO	DESCRIPCIÓN
Cooperación y competencia	Se realizan batallas espaciales sin previo aviso, individuales o grupales cuyos premios van desde puntos de experiencia, medallas o regalos.
Estatus visible	Cada participante posee una tarjeta con su avatar, el nivel, puntos de experiencia, puntos de vida, cantidad de dinero y medallas ganadas.
Progreso	Las misiones y actividades tienen restricciones de acuerdo al nivel general del equipo. Los productos que se pueden comprar también tienen restricción de acuerdo al nivel de cada participante. Existen recursos y actividades de entrenamiento.
Retroalimentación	El docente está en abierta comunicación con cada estudiante a través a través del chat de la plataforma del juego u otros medios.

4.2.3.3 Herramientas de gamificación. En este apartado se definen las herramientas utilizadas teniendo en cuenta el contenido establecido en la Tabla 7 y las metodologías de aula invertida y aprendizaje basado en juegos. Las herramientas que se han analizado para el presente trabajo responden a aquellas que facilitan la gamificación educativa, disponibles en Internet y de acceso libre que se listan en la Tabla 9.

Tabla 9. *Herramientas de gamificación utilizadas en la estrategia didáctica*

HERRAMIENTA EDUCATIVA	DESCRIPCIÓN
@MyClassGame	Consiste en una herramienta web que a modo de “diario del profesor/a” y a través de estrategias de Gamificación consigue motivar al alumnado, que se convierte en el protagonista de su propio aprendizaje. Es un proyecto Open Source con licencia GPLv3.
Kahoot	Kahoot es una plataforma gratuita que permite la creación de cuestionarios en línea en forma de concursos para aprender o reforzar el aprendizaje.
Socrative	Socrative es una herramienta multimedia que permite crear encuestas y cuestionarios conociendo la respuesta de los alumnos en tiempo real.
Quizlet	Es una herramienta para la creación de unidades de estudio basadas en tarjetas de memorización, cuestionarios y juegos, para que los usuarios puedan estudiar la misma información en una variedad de formas.
Puzzel.org	Generador de rompecabezas interactivo para crear crucigramas personalizados y online.

HERRAMIENTA EDUCATIVA	DESCRIPCIÓN
Genially	Es una herramienta online completa para crear contenidos interactivos y animados. Permite crear presentaciones interactivas y contenidos educativos.
Apowersoft	Es una herramienta de escritorio muy fácil de usar y profesional para la grabación de pantalla y de audio. También le permite guardar vídeos como archivos estándar MP4.
Brainscape	Es una plataforma que permite buscar, crear y compartir juegos de “flashcards” o tarjetas digitales para la enseñanza.
Canva	Es una web de diseño gráfico y composición de imágenes, para crear diseños incluyendo su propio banco de imágenes y una serie de herramientas variadas.
Powtoon	Permite crear presentaciones en forma de diapositivas que luego se animan automáticamente para crear una presentación profesional.

4.2.4 Secuenciación y calendario

La intervención se impartió junto con el desarrollo del plan de estudios y con el apoyo de los docentes de la línea. Se realizó la socialización en la primera semana del semestre 2021-2 para establecer los horarios según disponibilidad de los estudiantes, dando inicio con una intervención didáctica piloto en la semana 2 del semestre con la unidad 1 y se finalizó en la semana 4 con la unidad 4.

Según el contenido y las estrategias planteadas se establecieron los tiempos máximos para cada espacio académico de contacto directo y así mismo se tuvo en cuenta el trabajo independiente del estudiante fuera del aula de clase. Las unidades 1, 2, 3 y 4 se desarrollaron en el corte 1, la unidad 5 se plantea para el corte 2 y la unidad 6 en el corte 3 del semestre.

4.2.5 Evaluación

La evaluación se basó en un sistema de puntaje, se estipularon los puntos máximos para cada actividad ya sea individual o en grupo. Los laboratorios tuvieron mayor puntaje. Los

puntos obtenidos se tradujeron en el 60% de la nota y la implementación de una red emulada en Mininet representó el 40% de la nota del primer corte del semestre de 2021-2.

4.2.6 Programación de la intervención

En la Tabla 10 se resume toda la programación didáctica analizada anteriormente, la herramienta base que permitió registrar todos los elementos de gamificación fue @MyClassGame, pero también se listan las demás actividades con sus herramientas didácticas, junto con el tiempo de dedicación y los puntos de experiencia de cada una desarrollando todas las unidades propuestas.

4.3 Implementación de la intervención didáctica

Se desarrollaron las primeras 4 unidades didácticas como prueba piloto con el fin de analizar los resultados en cuanto a rendimiento académico y motivación. Se aplicó la estrategia de GBL y gamificación en el grupo de estudiantes experimental y de forma paralela se desarrollaron las mismas 4 unidades aplicando una estrategia tradicional de clase magistral en el grupo de estudiantes de control.

4.3.1 Intervención didáctica en el grupo experimental

Se aplicó la programación didáctica planteada en la Tabla 10 mediante la plataforma Microsoft TEAMS para los encuentros sincrónicos y asignación de tareas, y de forma paralela se utilizó la aplicación gratuita y en línea llamada @MyClassGame para la administración del aprendizaje basado en juegos.

Tabla 10. Programación didáctica

PROGRAMACION DIDACTICA: “FUNDAMENTOS DE REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE - SDN”				
UNIDAD	TEMAS	ACTIVIDADES	TIEMPO (H)	PUNTOS
0. METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS DIDACTICAS	• Exposición de la metodología.	• Clase magistral. Programación didáctica (Genially).	0,5	0
		• Clase magistral. Metodología: clase invertida, gamificación, GBL y herramientas (Genially).	1,5	0
	• Presentaciones y uso de herramientas.	• Misión 1 – Tareas 1 y 2: Ver los videos de saludos. Presentación de cada estudiante, alias y avatar (@MyClassGame).	0,5	150
		• Misión 2 – Tarea 1, 2, 3 y 4: Definición de términos (Brainscape). Crucigrama con términos (Puzzle.org). Escoger 1 término y crear una presentación animada (Genially) o una infografía (Canva) o una caricatura (Powtoon) para presentar en clase (Asíncrona).	3	1050
1. ARQUITECTURA DE REDES ACTUALES	1.1 Introducción	• Clase magistral (Genially).	1	0
	1.2 Evolución de las redes de computadoras.	• Misión 3 – Tarea 1, 2, 3 y 4. Crucigrama de repaso (Puzzle.org). Cuestionario sobre el tema visto (Socrative). Red simulada LAN-WAN (Cisco Packet Tracer) y análisis de protocolos (Wireshark).	4	1050
	1.3 Estado actual de las redes.			
	2.1 Introducción.	• Clase magistral (Genially) - Presentación general de la unidad.	1	0
	2.2 Virtualización.			

PROGRAMACION DIDACTICA: “FUNDAMENTOS DE REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE - SDN”				
UNIDAD	TEMAS	ACTIVIDADES	TIEMPO (H)	PUNTOS
2 REDES PROGRAMABLES	2.3 Computación en la nube.	Misión 4 – Tareas 1, 2 y 3. Entrenamiento (Quizlet), batallas grupales (@MyClassGame) y batalla final (Kahoot).	4	650
	2.4 Sistema operativo de red.			
	2.5 Virtualización de funciones de red (NFV).			
	2.6 Automatización de la red.			
	2.7 Redes basadas en intención.			
	2.8 Redes Open source.			
	2.9 Redes SDN.	Misión 5 – Tarea 1. Actividad grupal. Creación de video por grupos (Genially, Apowersoft)	4	1050
	Casos reales de SDN (Google, AT&T, Verizon, Facebook, etc).			
3 ARQUITECTURA SDN	3.1 Definición.	Clase magistral (Genially)	1,5	0
	3.2 Arquitectura tradicional.			
	3.3 Arquitectura ONF.			
	3.4 Southbound API.			
	3.5 Openflow.	Misión 6 – Tarea 1, 2 y 3. Crucigrama (Puzzle). Batallas (Kahoot).	4	1050
	3.6 Controlador.			
	3.7 Switches basados en software.			
	3.8 Northbound API.			
	3.9 Capa de aplicación.			
	3.10 Open Stack.			

PROGRAMACION DIDACTICA: “FUNDAMENTOS DE REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE - SDN”					
UNIDAD	TEMAS	ACTIVIDADES	TIEMPO (H)	PUNTOS	
4	IMPLEMENTAR RED SDN CON MININET	Demostración y explicación	Clase magistral (Genially)	1,5	0
		4.1 Emulador Mininet.			
		4.2 Instalación de VM.			
		4.3 Instalación de Mininet.			
		4.4 Comandos básicos.	Misión 7 – Tarea 1, 2,3 y 4. Instalar VM y Mininet (Virtual Box, Mininet, Apowersoft). Crear topología por defecto y realizar pruebas (Mininet, Apowersoft). Crear topología con Miniedit (Mininet, Apowersoft).	4	1250
		4.5 Topologías por defecto.			
		4.6 Uso de Miniedit.			
		4.7 Uso de Wireshark.			
		4.8 Conexión remota VM.			
4.9 Conexión remota nodos Mininet.					
5	IMPLEMENTAR CONTROLADOR	Controlador remoto	Clase magistral (Genially)	1,5	0
		POX	Actividad individual (Kahoot)	0,5	400
		RYU	Aula invertida (Celebriti, Quizlet)	4	600
		ODL			
6	IMPLEMENTAR RED HIBRIDA	Demostración y explicación	Clase magistral (Genially)	1,5	0
			Actividad individual (Kahoot)	0,5	250
		Laboratorio sobre equipos físicos y virtualizados.	Actividad grupal. Creación de video por grupos (Genially, Virtual Box, Mininet, Apowersoft)	4	1500
			42,5	9000	

La gamificación y demás actividades se apoyaron sobre herramientas para la creación de contenidos, realización de crucigramas, cuestionarios y otros. Se realizaron 6 encuentros sincrónicos a través de la plataforma Microsoft TEAMS donde se controló la asistencia y puntualidad de los estudiantes.

Se realizó el registro y seguimiento de actividades asincrónicas por medio de tareas en forma de misiones conforme a la narrativa del juego detallado en la programación didáctica. En la Figura 18 se muestra una de las sesiones de clase virtual.

Inicialmente se dedicó una sesión de clase para explicar la metodología de GBL y gamificación y se ensayaron diferentes herramientas en línea con el fin de que el estudiante se familiarizara con la estrategia didáctica. La presentación de la estrategia a los estudiantes se evidencia en la Figura 19.

Figura 18. Encuentros sincrónicos en la plataforma TEAMS

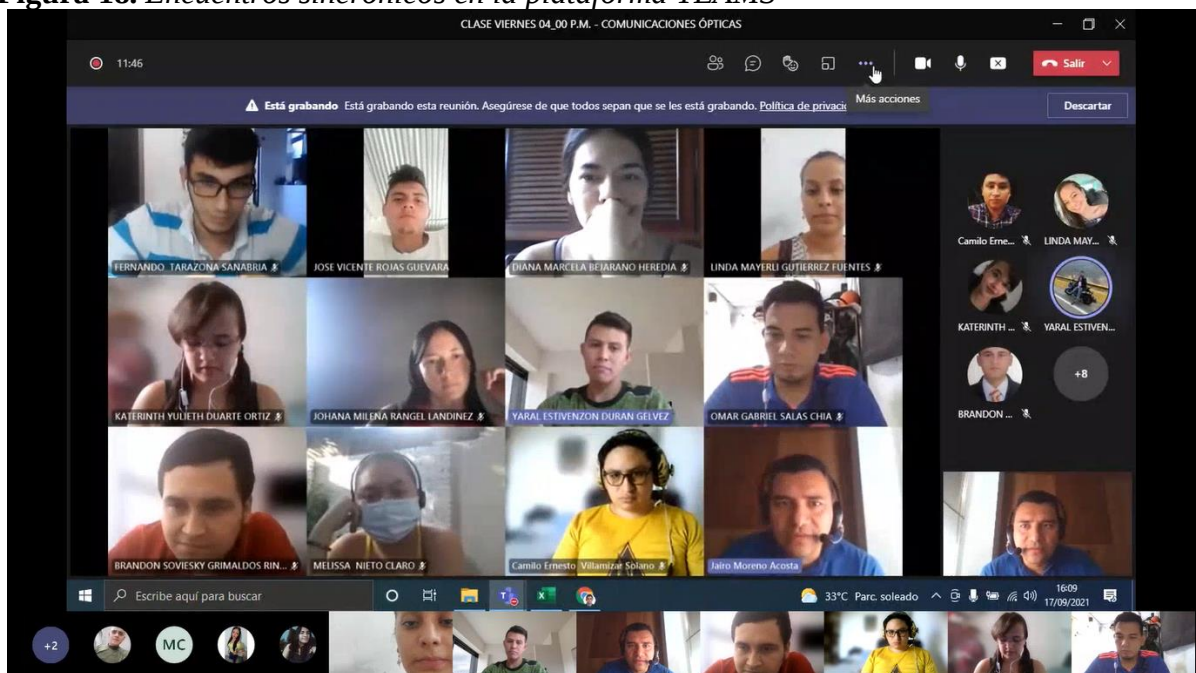
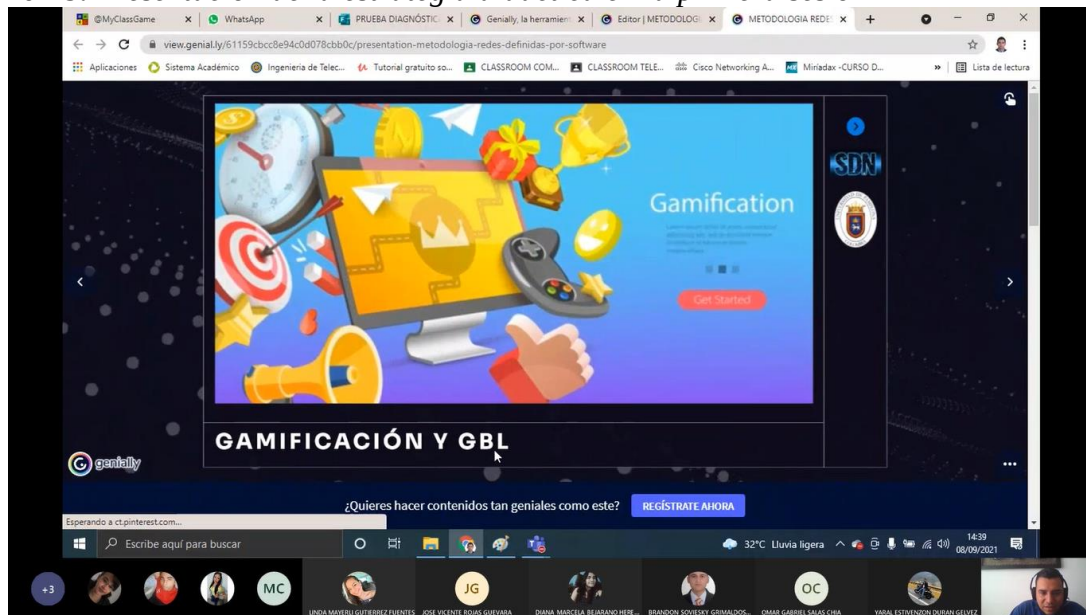


Figura 19. *Presentación de la estrategia didáctica en la primera sesión*

Se realizaron intervenciones para exponer los temas de cada unidad antes de las actividades proyectadas como se muestra en la Figura 20. Las actividades asincrónicas se plantearon en forma de misiones como se muestra en la Figura 21.

Figura 20. *Exposición de las unidades mediante encuentros sincrónicos*

FUNDAMENTOS DE SDN – UNIDAD 2

2.9 Redes SDN

Software Defined Networking
¿De qué se trata?

Red tradicional	Red definida por Software (SDN)
Plano de control y forwarding en el mismo dispositivo	Plano de control desacoplado y compartido por la capa de <i>forwarding</i>
Control vía comandos (CLI)	Control programático (principalmente Openflow / OF-Config)

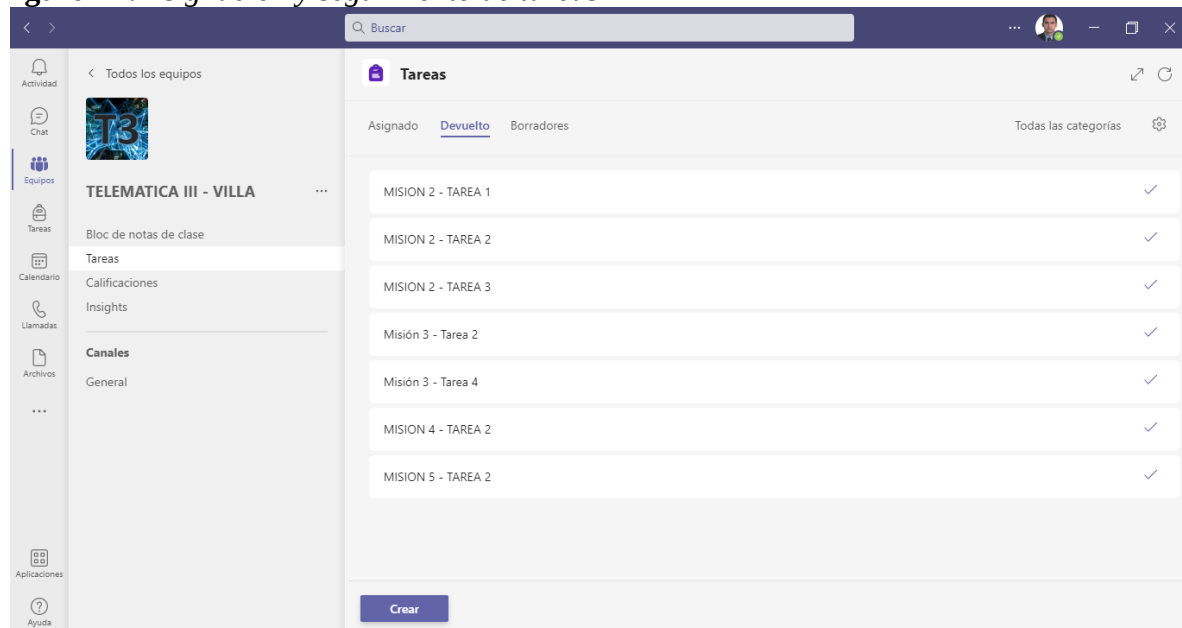
Diagrama de arquitectura SDN:

```

graph TD
    subgraph "Software (Servers)"
        Control
        Gestion
    end
    subgraph "Dispositivo (Switch)"
        Forwarding
    end
    subgraph "servidores"
        Servers
    end
    subgraph "switches"
        Switches
    end
    Control <-->|Openflow| Forwarding
    Gestion <-->|OF-Config| Forwarding
    Servers <--> Switches
    Forwarding <--> Switches
    
```

El diagrama ilustra la arquitectura SDN, mostrando la separación entre el plano de control (Software) y el plano de forwarding (Dispositivo). El control se realiza a través de Openflow y OF-Config, mientras que el forwarding se maneja en el dispositivo. Los servidores y switches están conectados al plano de forwarding.

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Figura 21. *Asignación y seguimiento de tareas*

4.3.2 Plataforma para elementos del juego

Los elementos de juego se desarrollaron mediante la plataforma @MyClassGame, en esta se llevó registro del estatus y progreso de los participantes, además de la gestión de recompensas, penalidades, insignias, organización en grupos y asignación de misiones, en la Figura 22 se muestra el estatus final de todos los participantes.

La plataforma @MyClassGame permite al docente administrar los elementos del juego para todos los participantes de la clase, de los cuales se utilizaron para este trabajo los comportamientos (ver Figura 23), penalizaciones, insignias o medallas, tienda y niveles. Se crearon 7 misiones (ver Figura 24) cada una con diferentes tareas para un total de 14 tareas con actividades sincrónicas como batallas, cuestionarios o crucigramas en línea o asincrónicas mediante la creación de tarjetas de estudio, presentaciones, animaciones o videos. Se realizaron evaluaciones tipo quiz durante la exposición de las clases utilizando la herramienta de batalla

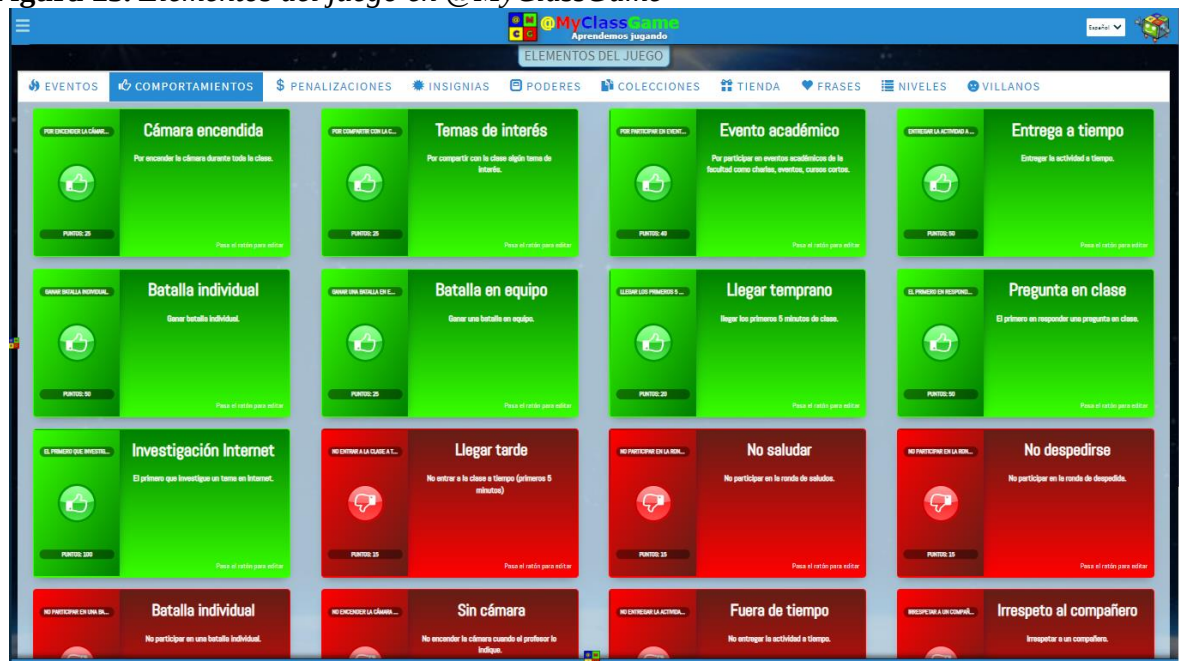
de preguntas como se muestra en la Figura 25; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 22. Estatus final de los participantes en @MyClassGame

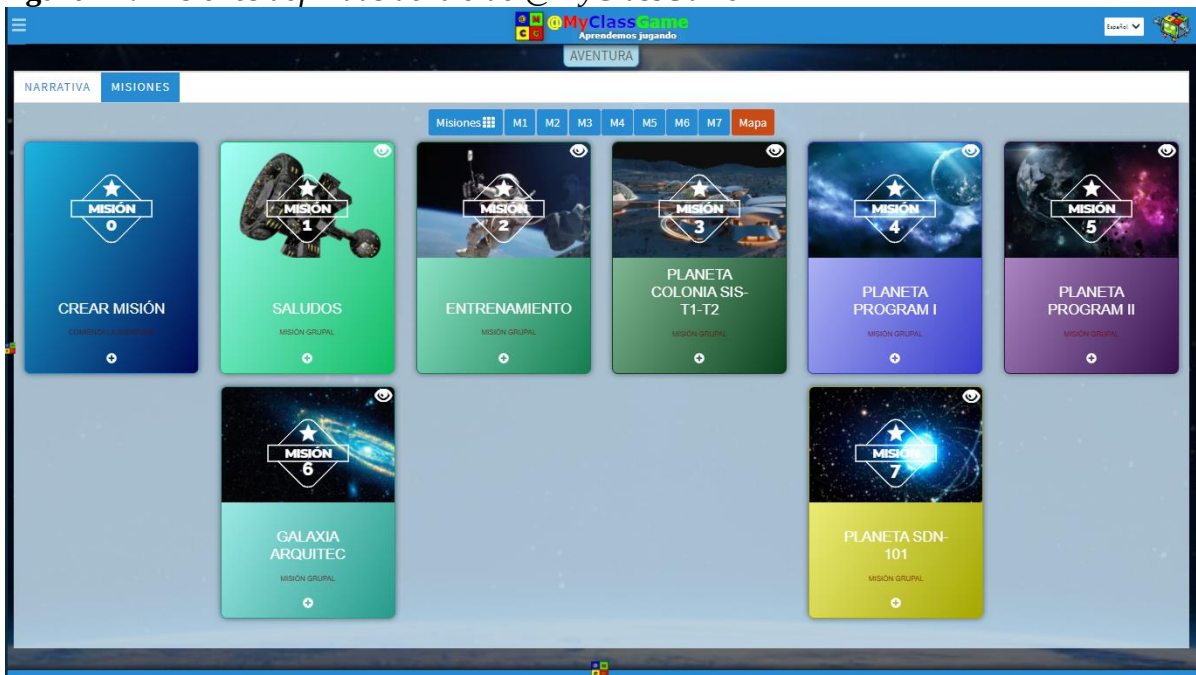
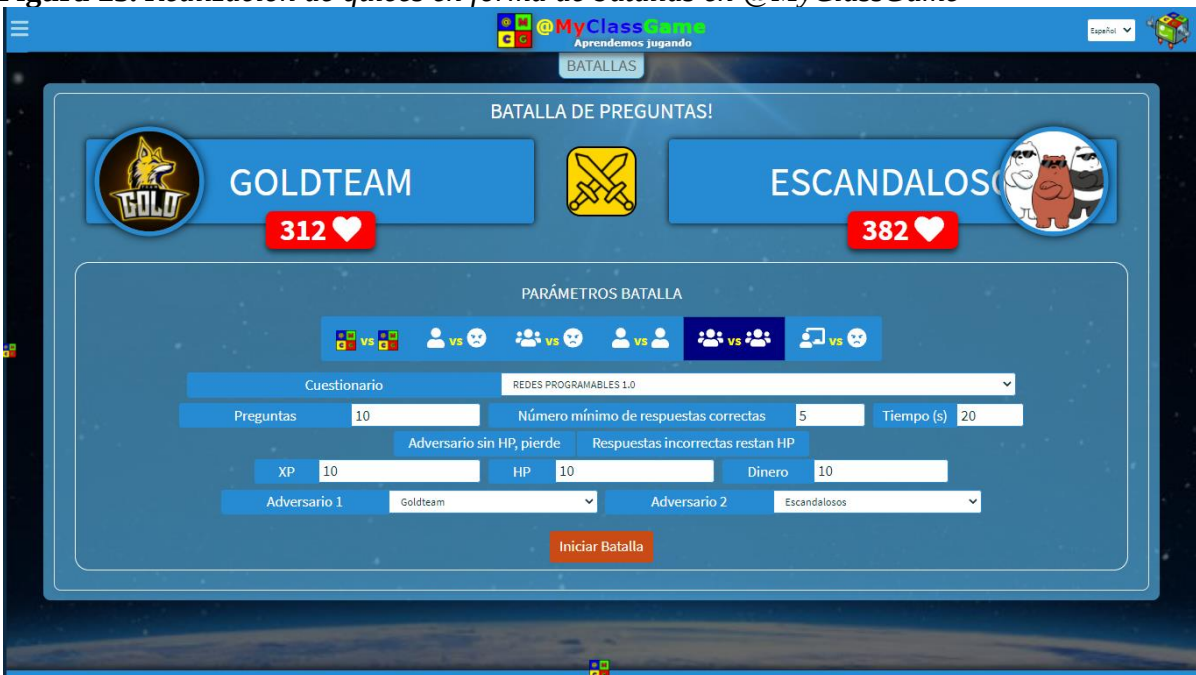


Nombre	Nivel	Experiencia	Vida	Dinero
PARDO (CAMILO)	NIVEL 6	6190	382	522.95
PANDA (JOHAN)	NIVEL 6	6150	362	532.35
POLAR (DIANA)	NIVEL 6	6040	362	492.50
KAOMI (KATERINTH)	NIVEL 6	6010	382	497.00
ARTORIAS (FERNANDO)	NIVEL 5	5675	372	492.60
TIROFIJO (OMAR)	NIVEL 5	5625	422	607.35
IRONMAN (YARAL)	NIVEL 5	5590	412	602.70
DIN DJARIN (BRANDON)	NIVEL 5	5470	372	502.95
PINKI (MELISSA)	NIVEL 5	5265	402	577.70
SPUNTIK (LINDA)	NIVEL 5	5250	312	263.20
TURBO (HELLDER)	NIVEL 5	5045	302	229.80
BAN (JOSE)	NIVEL 4	4865	297	199.85

Figura 23. Elementos del juego en @MyClassGame



Evento	Descripción	Puntos
Cámara encendida	Por encender la cámara durante toda la clase.	25
Temas de interés	Por compartir con la clase algún tema de interés.	25
Evento académico	Por participar en eventos académicos de la facultad como charlas, eventos, cursos cortos.	40
Entrega a tiempo	Entregar la actividad a tiempo.	30
Batalla individual	Ganar batalla individual.	30
Batalla en equipo	Ganar una batalla en equipo.	25
Llegar temprano	Llegar los primeros 5 minutos de clase.	25
Pregunta en clase	El primero en responder una pregunta en clase.	30
Investigación Internet	El primero que investigue un tema en Internet.	30
Llegar tarde	No entrar a la clase a tiempo (primeros 5 minutos).	25
No saludar	No participar en la ronda de saludos.	25
No despedirse	No participar en la ronda de despedidas.	25
Batalla individual	No participar en una batalla individual.	25
Sin cámara	No encender la cámara cuando el profesor lo indique.	25
Fuera de tiempo	No entregar la actividad a tiempo.	25
Irrespeto al compañero	Investigar a un compañero.	25

Figura 24. Misiones definidas dentro de @MyClassGame**Figura 25.** Realización de quices en forma de batallas en @MyClassGame

4.3.3 Herramientas de gamificación

Varias herramientas permitieron llevar a cabo las tareas sincrónicas y asincrónicas, la Figura 26 y la Figura 27 muestran cuestionarios desarrollados en Socrative y Kahoot respectivamente y la Figura 28 muestra un crucigrama creado en Puzzle.

Los estudiantes desarrollaron su creatividad mediante la presentación de tarjetas de estudio, videos, presentaciones y animaciones. La Figura 29 muestra presentaciones en Genially y la creación de tarjetas de estudio o de repaso creadas por los estudiantes como parte de una tarea se muestra en la Figura 30.

También se usaron programas de emulación, simulación y análisis de redes propios de telemática como Packet Tracer, Wireshark y Mininet que los estudiantes presentaron en forma de videos como se muestra en la Figura 31.

Figura 26. Cuestionario desarrollado en Socrative

Figura 2.10. Cuestionario de autoevaluación en Socrative



SALADEMANDO

Jairo 

LAUNCH

QUIZZES

ROOMS

REPORTS

RESULTS 





Mision 3 - Tarea 3 - 1

viernes, 17 de septiembre de 2021 16:41

 Share

 Export

☒ Show Names

☒ Show Responses

☒ Show Results

NAME 	SCORE % 	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ban	60%	✓ B	✓ A, C, F	✓ D	✓ B, D	✓ A	✓ B	✓ B	✓ D	✓ C	✓ D	✗ D
Din Djarin	95%	✓ B	✗ B, D, F	✓ D	✓ B, D	✓ A	✓ B	✓ B	✓ D	✓ C	✓ D	✓ B
Fernando	55%	✓ B	✗ B, C, F	✗ A	✓ B, D	✓ A	✗ A	✗ A	✓ D	✓ C	✓ D	✗ D
ironman	65%	✓ B	✓ A, C, F	✓ D	✓ B, D	✓ A	✓ B	✗ C	✓ D	✗ A	✓ D	✓ B
kaomi	95%	✓ B	✗ B, C, F	✓ D	✓ B, D	✓ A	✓ B	✓ B	✓ D	✓ C	✓ D	✓ B
panda	60%	✗ A	✓ A, C, F	✓ D	✗ B, E	✓ A	✓ B	✓ B	✓ D	✗ A	✓ D	✓ B
PARDO	85%	✓ B	✓ A, C, F	✓ D	✓ B, D	✓ A	✓ B	✓ B	✓ D	✓ C	✓ D	✓ B
POLAR	35%	✓ B	✓ A, C, F	✓ D	✗ B, E	✗ B	✗ A	✗ A	✓ D	✗ A	✗ C	✓ B
TIROFIJO	60%	✓ B	✓ A, C, F	✓ D	✗ B	✓ A	✓ B	✓ B	✓ D	✓ C	✓ D	✓ B
turbo	70%	✓ B	✗ A, B, F	✓ D	✓ B, D	✗ C	✓ B	✓ B	✓ D	✗ B	✓ D	✓ B
10 Class Total	90%	60%	90%	70%	80%	80%	70%	100%	60%	90%	80%	

Figura 27. Cuestionario desarrollado en Kahoot!

The screenshot shows the Kahoot! interface for a quiz titled "MISION 6 - TAREA 2 - BATALLA 2". The report is for a quiz created by "morenoja81" on September 29, 2021, at 13:38. It shows results for 12 players. The table below summarizes the data shown in the image.

Nombre	Clasificación	Respuestas correctas	Sin respuesta	Puntuación final
POLAR	1	100 %	—	7 435
Panda	2	90 %	—	7 107
PARDO	3	90 %	1	6 903
kaomi	4	70 %	—	4 311
SPUTNIK	5	60 %	—	4 132
Din Djarin	6	50 %	—	4 115
Artorias	7	60 %	—	3 925
tirofijo	8	50 %	1	3 524
IRONMAN	9	40 %	1	2 981
Ban	10	40 %	—	2 593
turbo	11	40 %	2	2 503
Pinki	12	30 %	2	2 205

Figura 28. Crucigrama en línea creado en Puzzle

The screenshot shows a crossword puzzle interface on the website PUZZLE.ORG. The puzzle is titled "MISION 6 - TAREA 2 - BATALLA 2". The interface includes a list of clues on the left and a crossword grid on the right. The clues are as follows:

Clave	Descripción
#1 INDIGO	Software que utiliza las características de hardware
#2 PANTOU	Software que convierte un enrutador o punto de
#3 FLOODLIGHT	Controlador desarrollado por Big Switch.
#4 OPENCONTRAIL	Controlador creado por Juniper Networks.
#5 JAVASCRIPT	Es uno de los lenguajes más comunes para la programación
#6 OPENFLOW	Protocolo de comunicación de SDN entre la capa de control
#7 BEACON	Controlador OpenFlow rápido, multiplataforma, modular y basado en Java.
#8 ONOS	Es un programa para crear un sistema operativo independiente del proveedor para grandes redes de producción.
#9 GLANCE	Módulo de Open Stack cuya función es servicio.
#10 ASIC	Sigla que en español significa Circuitos Integrados
#11 VSWITCH	Conmutador virtual multicapa y de calidad de producción con licencia de Apache 2.0.
#12 FLOWVISOR	Hipervisor genérico que permite construir muchas redes virtuales.
#13 IETF	Organización que desarrolló el protocolo ForCES
#14 GESTION	Plano que permite configurar y supervisar un equipo de red.

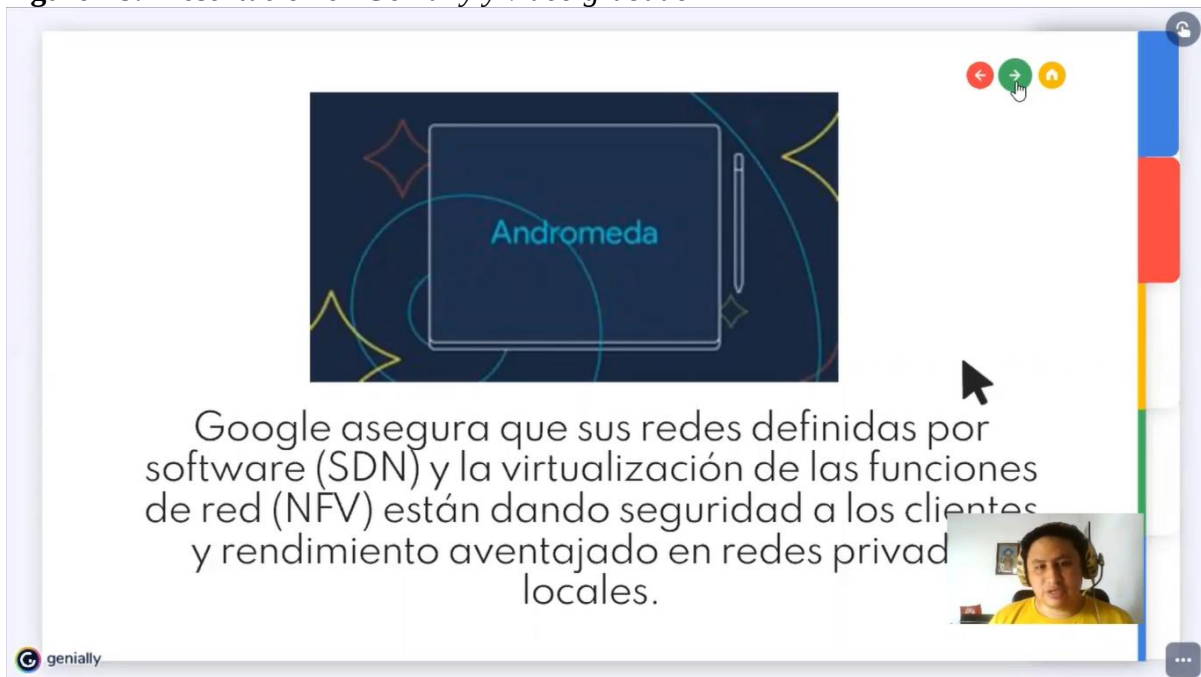
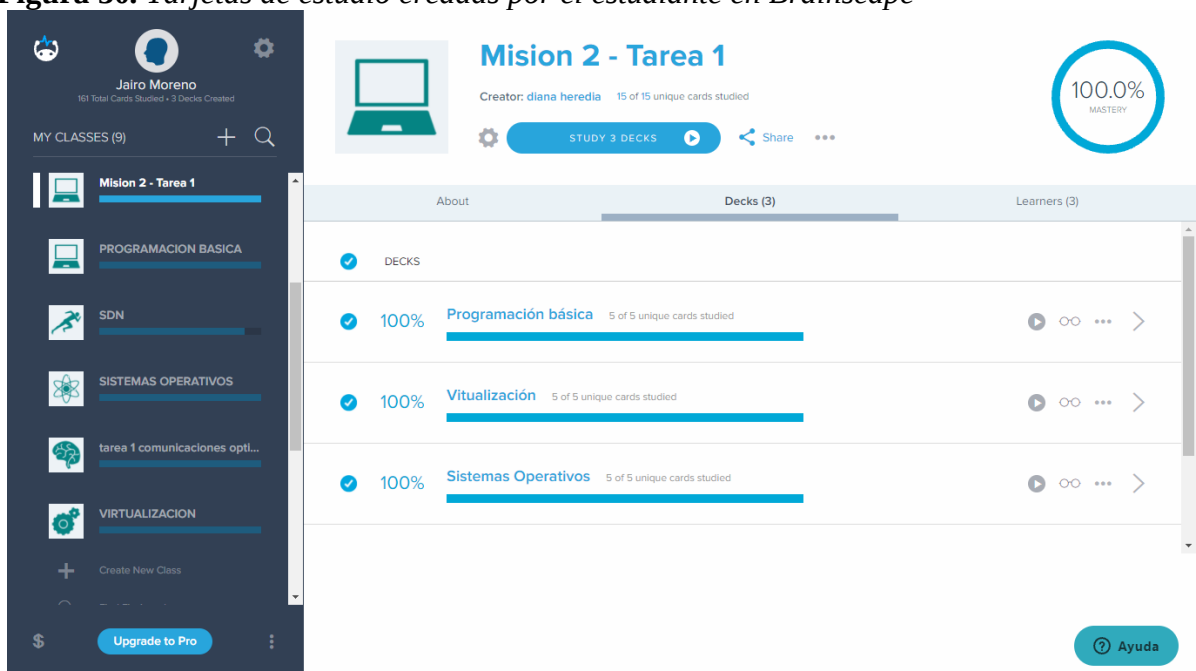
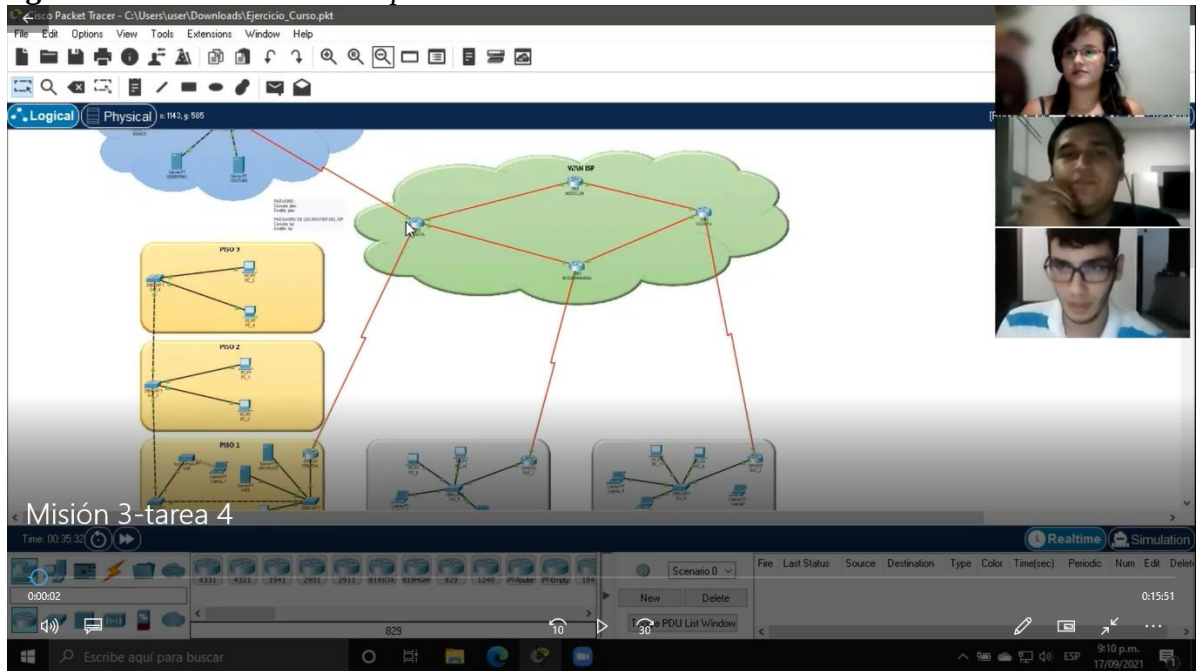
Figura 29. *Presentación en Genially y video grabado***Figura 30.** *Tarjetas de estudio creadas por el estudiante en Brainscape*

Figura 31. *Actividad de video presentando actividad en Packet Tracer*

4.3.4 Desarrollo de contenidos en el grupo de control

Se aplicó una estrategia tradicional de clase magistral sobre el grupo de control. En la sede de Pamplona se desarrollaron los contenidos en el curso de Telemática III mediante clases virtuales, igualmente se utilizó la plataforma TEAMS y presentaciones en Power Point. La evidencia de la realización de una de las clases desarrolladas se presenta en la Figura 32.

4.4 Análisis y comparación de resultados

4.4.1 Prueba diagnóstica de rendimiento académico

Finalizada la programación didáctica se aplicó una prueba de conocimientos a ambos grupos, experimental y de control, para medir el rendimiento académico y comparar los resultados. La prueba tuvo 50 preguntas con un tiempo límite de 30 minutos. La Figura 33

presenta los resultados de la prueba en el grupo de control, la Figura 34 muestra los resultados en el grupo experimental y la Figura 35 presenta la comparación entre los promedios de ambos grupos.

Figura 32. Clase virtual con el grupo de control

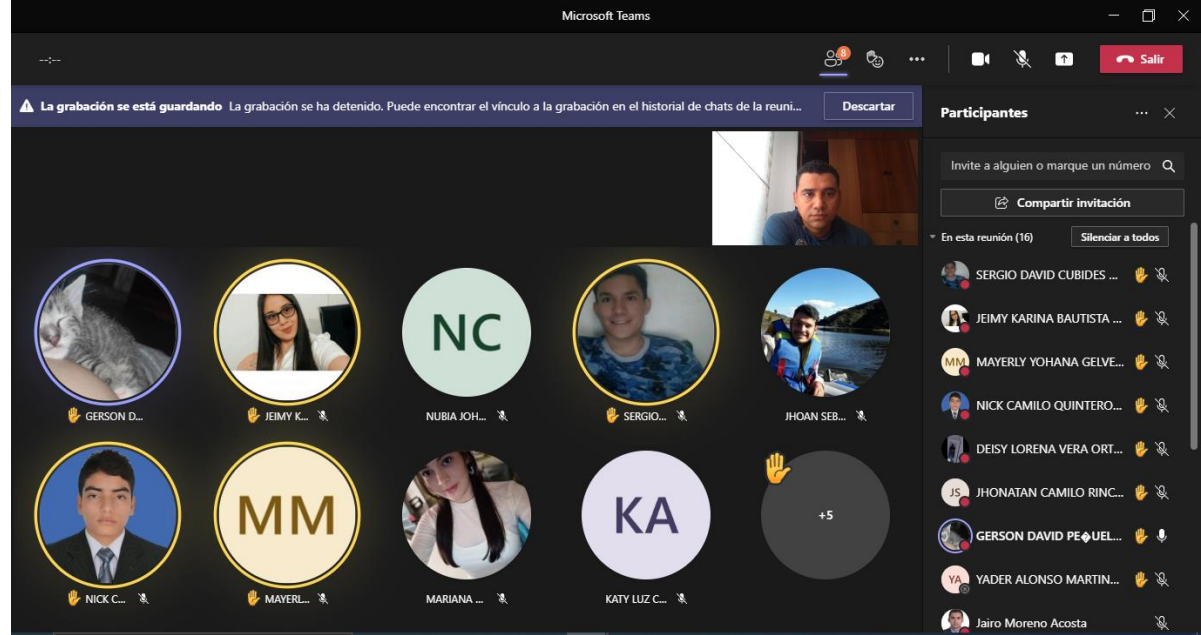


Figura 33. Puntaje individual de la prueba Pos-Test del grupo de control

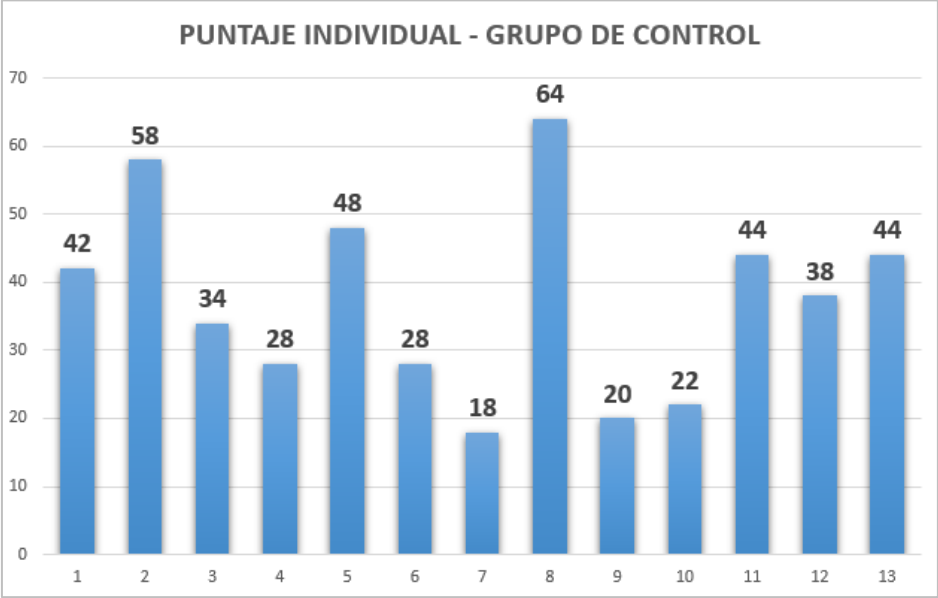
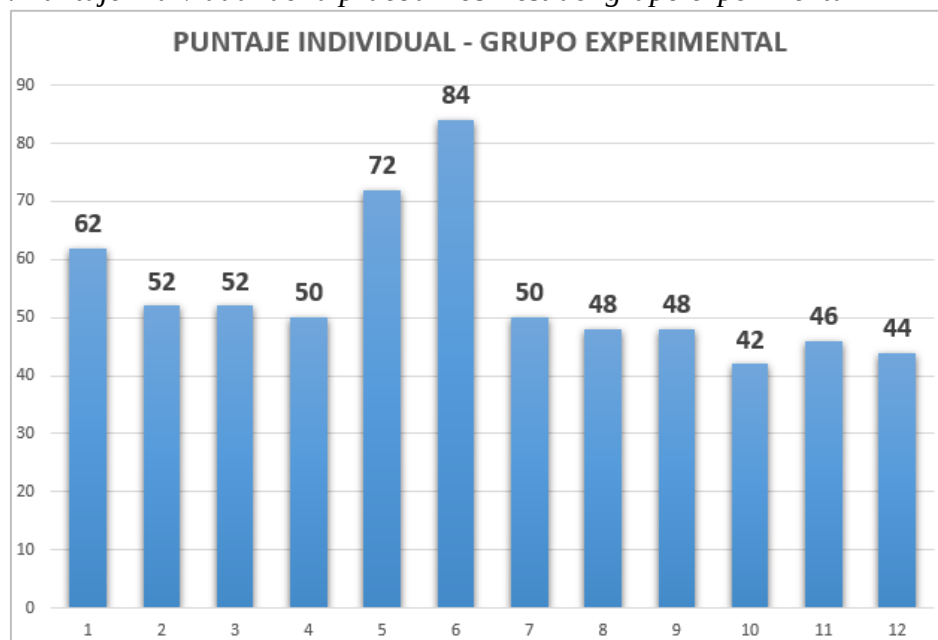
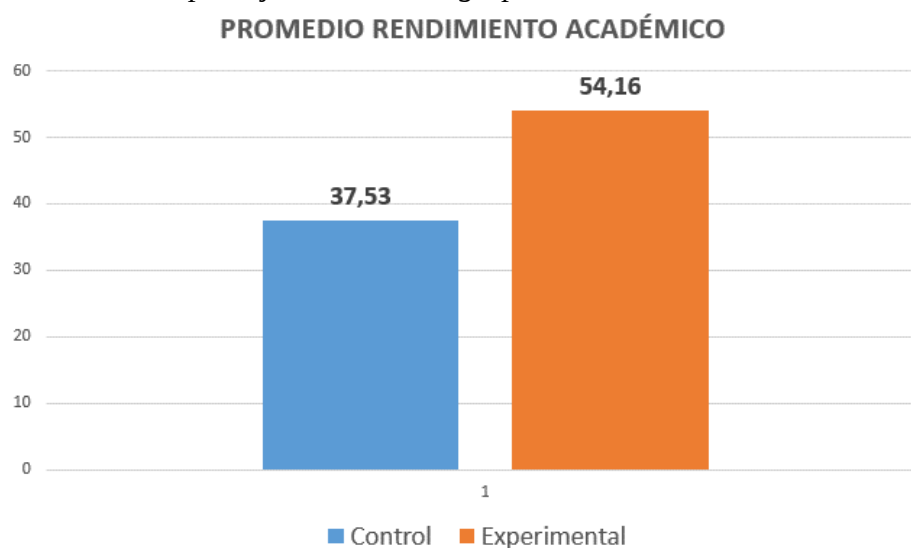


Figura 34. *Puntaje individual de la prueba Pos-Test del grupo experimental***Figura 35.** *Promedio de puntaje entre ambos grupos*

El grupo de control obtuvo un promedio de 37,53/100 puntos mientras que el grupo experimental obtuvo 54,16/100 puntos, lo que representa 16,63 puntos por encima, lo cual evidencia una ventaja al aplicar la estrategia de GBL y gamificación. En cuanto a los puntajes

individuales, se puede apreciar que en el grupo de control fluctúan bastante mientras que en el grupo experimental es más constante.

4.4.2 Prueba diagnóstica de motivación

Se aplicó la prueba IMMS sobre los 12 estudiantes del grupo experimental a través de un cuestionario en línea para medir la efectividad de la estrategia didáctica de GBL y gamificación sobre la motivación. Los resultados obtenidos fueron, en cuanto a la Atención (40,1), Relevancia (39,2), Confianza (39,5) y Satisfacción (41,3). En la Tabla 11 se muestran las respuestas de cada ítem y en la Figura 36 los resultados en las cuatro dimensiones. Se observa que todos los factores presentan niveles similares, siendo la satisfacción la que mayor puntaje obtuvo, acorde al interés percibido en los estudiantes por seguir aprendiendo y de recibir puntos o recompensas en el proceso. Así mismo la atención se mantuvo durante toda la intervención gracias a la novedad de la estrategia pedagógica aplicada y a la necesidad de entrenar o prepararse para las competencias individuales o entre grupos. Por último, la confianza y la relevancia obtuvieron menos puntaje debido a la novedad del tema SDN en la línea de telemática.

También se agregaron 4 preguntas propias al proceso llevado a cabo en este trabajo, los estudiantes reconocieron que las herramientas tecnológicas fueron un gran apoyo para el desarrollo de las clases, los niveles de estimulación se mantuvieron durante toda la intervención, la mayoría desea que la estrategia propuesta sea aplicada a otros temas y asignaturas y que el docente manejó correctamente el tema, las herramientas tecnológicas con un sistema de evaluación acertado.

Tabla 11. *Respuestas de prueba de motivación adoptada de IMMS*

Código		PREGUNTA	RESPUESTA (%)				
Nº	Factor		1	2	3	4	5
01	C01	Cuando miré por primera vez la lección y la estrategia de enseñanza presentada, tuve la impresión de que sería fácil para mí.	8,33	8,33	8,33	58,33	16,67
02	A01	Había algo interesante al comienzo de esta lección que llamó mi atención.	0	0	0	58,33	41,67
03	C02	El material presentado fue más difícil de entender de lo que me hubiera gustado.	33,33	66,67	0	0	0
04	C03	Después de ver la presentación introductoria del tema, me sentí seguro de que sabía lo que se suponía que debía aprender de esta lección.	0	8,33	0	58,33	33,33
05	S01	Completar los cuestionarios y realizar las actividades de esta lección me dio una sensación satisfactoria de logro.	0	0	8,33	58,33	33,33
06	R01	Para mí está claro cómo se relaciona el contenido del tema desarrollado con las cosas que ya sabía.	0	0	8,33	58,33	33,33
07	C04	Muchas de las presentaciones y materiales de apoyo tenían tanta información que era difícil distinguirlas y recuerde los puntos importantes.	33,33	25	25	16,67	0
08	A02	Los materiales presentados son llamativos.	0	0	0	50	50
09	R02	Hubo historias, imágenes, ejemplos o casos reales que me mostraron cómo este tema puede ser importante para algunas personas.	0	0	16,67	41,67	41,67
10	R03	Completar esta lección con éxito fue importante para mí.	0	0	8,33	50	41,67
11	A03	La calidad de la escritura y redacción ayudó a mantener mi atención.	0	0	8,33	58,33	33,33
12	A04	Este tema es tan abstracto que fue difícil mantener mi atención en él.	41,67	33,33	25	0	0
13	C05	Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podría aprender contenido.	0	0	8,33	41,67	50
14	S02	Disfruté tanto esta lección que me gustaría saber más sobre el tema.	0	0	08,33	50	41,67

Código		PREGUNTA	RESPUESTA (%)				
Nº	Factor		1	2	3	4	5
15	A05	Las presentaciones de esta lección se ven simples y poco atractivas.	50	50	0	0	0
16	R04	El contenido de esta lección es relevante para mis intereses.	16,67	0	8,33	66,67	8,33
17	A06	La forma en que la información está organizada en las presentaciones ayudó a mantener mi atención.	0	8,33	0	58,33	33,33
18	R05	Hay explicaciones o ejemplos de cómo las personas usan el conocimiento referente a este tema.	0	8,33	8,33	58,33	25
19	C06	Las actividades y cuestionarios de esta lección fueron demasiado difíciles.	50	50	0	0	0
20	A07	La forma de presentar el tema tiene cosas que estimularon mi curiosidad.	0	0	8,33	50	41,67
21	S03	Realmente disfruté estudiando este tema.	0	0	8,33	50	41,67
22	A08	La cantidad de repeticiones en la presentación del tema hizo que me aburriera algunas veces.	25	25	41,67	8,33	0
23	R06	El contenido y el estilo de escritura de esta lección transmiten la impresión que vale la pena conocer su contenido.	0	0	0	75	25
24	A09	Aprendí algunas cosas que fueron sorprendentes o inesperadas.	0	0	0	66,67	33,33
25	C07	Después de trabajar en esta lección por un tiempo, estaba seguro de que estaría capaz de pasar una prueba en él.	0	0	8,33	75	16,67
26	R07	Esta lección NO era relevante para mis necesidades porque ya sabía la mayor parte.	75	25	0	0	0
27	S04	La redacción de la retroalimentación después de las actividades, o de otros comentarios en esta lección, me ayudó a sentirme recompensado(a) por mi esfuerzo.	0	0	16,67	66,67	16,67
28	A10	La variedad de pasajes de lectura, actividades, ilustraciones, videos etc., ayudó a mantener mi atención en la lección.	0	0	8,33	66,67	25

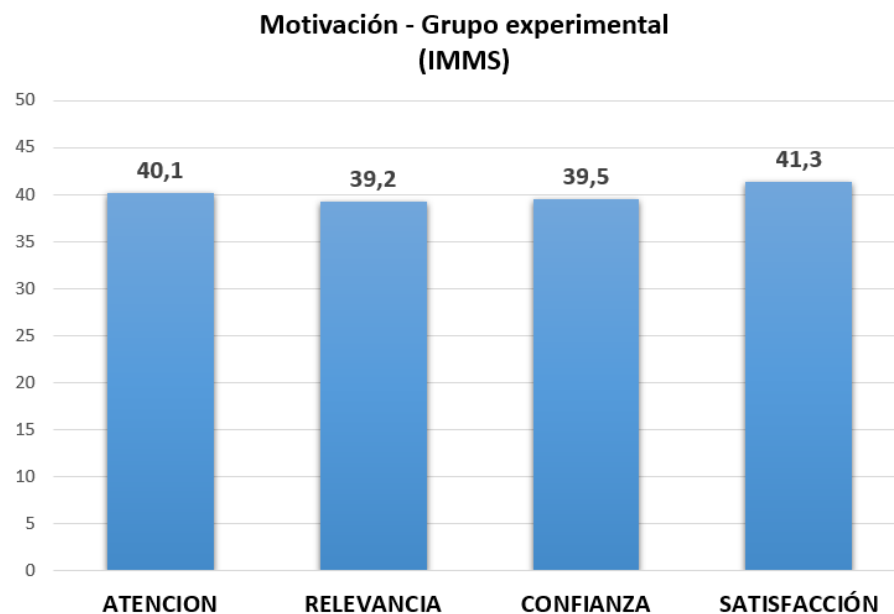
Código		PREGUNTA	RESPUESTA (%)				
Nº	Factor		1	2	3	4	5
29	A11	El estilo de escritura es aburrido.	41,67	41,67	8,33	8,33	0
30	R08	Podría relacionar el contenido de esta lección con cosas que he visto, hecho o pensado en mi propia vida.	0	0	50	41,67	8,33
31	A12	Hay tantas palabras en cada presentación que resulta irritante.	50	33,33	8,33	0	8,33
32	S05	Se sintió bien completar con éxito esta lección.	0	0	0	33,33	66,67
33	R09	El contenido de esta lección me resultará útil.	0	0	0	33,33	66,67
34	C08	Realmente no pude entender bastante del material de esta lección.	66,67	25	8,33	0	0
35	C09	La buena organización del contenido me ayudó a estar seguro de que aprendería este material.	0	0	8,33	66,67	25
36	S06	Fue un placer trabajar en una lección tan bien diseñada.	0	0	8,33	66,67	25
37	NA	Conforme avanzaba la estrategia de enseñanza propuesta este dejo de ser atractiva y estimulante para mí.	41,67	25	16,67	16,67	0
38	NA	Las herramientas tecnológicas utilizadas durante la lección resultaron ser un gran apoyo para mi proceso de aprendizaje.	0	0	8,33	75	16,67
39	NA	Me gustaría que la estrategia de enseñanza propuesta fuera aplicada a otros temas y asignaturas.	0	8,33	0	25	66,67
40	NA	El manejo del tema, las herramientas tecnológicas y el sistema de calificación fue el más acertado.	0	0	0	75	25

Nota: Adoptado del diseño motivacional de Keller [4].

También se agregaron 4 preguntas propias al proceso llevado a cabo en este trabajo, los estudiantes reconocieron que las herramientas tecnológicas fueron un gran apoyo para el desarrollo de las clases, los niveles de estimulación se mantuvieron durante toda la intervención,

la mayoría desea que la estrategia propuesta sea aplicada a otros temas y asignaturas y que el docente manejó correctamente el tema, las herramientas tecnológicas con un sistema de evaluación acertado.

Figura 36. Resultado ponderado de cada factor de motivación



4.5 Propuesta de actualización del plan de estudios

Se socializaron los resultados del trabajo ante la comunidad académica y se propuso la actualización del plan de estudios en la línea de telemática. Se envió propuesta de actualización al comité curricular donde se incluyó el tema de redes definidas por software y la opción de la estrategia didáctica basada en GBL, gamificación y aula invertida.

4.5.1 Contenidos programáticos

Las unidades desarrolladas sobre SDN (ver Tabla 7) fueron divididos en 2 secciones con el fin de mantener los temas de los contenidos programáticos de las 2 asignaturas

intervenidas, realizando ajuste en los tiempos que permitiera el ingreso del tema nuevo. Además, se incluyeron dos prácticas de laboratorio complementarias. Se analizaron cuales eran las asignaturas en la línea de telemática más idóneas para la intervención y se llegó a la conclusión que los contenidos más relacionados con redes definidas por software se hallaban en Telemática III del semestre 8, donde se incluyeron las unidades 1, 2, 3 y 4 y Redes convergentes del semestre 9, donde se incluyeron las unidades 5 y 6.

Con respecto a Telemática III, la Tabla 12 muestra la inclusión del tema SDN, agregando el objetivo específico 2 y además 4 unidades que se desarrollan en el corte 2 del semestre académico. Con respecto a Redes Convergentes, en la Tabla 13 se muestra la inclusión de la segunda parte del tema SDN, se agrega el objetivo específico 6 y además 2 unidades que se desarrollan en el corte 3 del semestre académico.

En los formatos FGA-23 correspondientes, se actualizó la justificación, objetivos específicos, metodología, bibliografía y se agregaron las unidades necesarias. Se adjuntan los formatos *FGA_23_Telematica_III_2021.pdf* y *FGA_23_Redес_Convergentes_2021.pdf* para los contenidos programáticos de las asignaturas.

Tabla 12. *Contenidos programáticos actualizados de Telemática III*

Telemática III	
Semestre	8
Objetivo general	Proporcionar bases sólidas, a nivel teórico y práctico en gestión de redes, incluyendo configuración de servidores y seguridad informática para desempeñar funciones como administradores de red y/o asesores en esta área conforme a las tecnologías actuales.
Objetivos específicos	1. Reconocer los diferentes servicios de red, en Windows y Linux, para que el estudiante conozca qué parámetros a tener en cuenta en la configuración y qué diferencias existen entre ellos. 2. Comprender los conceptos, arquitectura y funcionamiento básico de las redes definidas por software con un enfoque práctico.

Telemática III	
	- Reconocer las características, elementos, áreas funcionales, modelos y protocolos de un sistema de gestión de red a fin de comprender su funcionamiento e importancia en el buen desempeño de la red. - Especificar cuáles son las principales amenazas y vulnerabilidades de un sistema informático, a fin de tomar conciencia de los riesgos a los que están expuestos estos sistemas continuamente. - Determinar cómo se da seguridad a los diferentes servicios de red para comprender el funcionamiento de los protocolos de seguridad y cómo se configuran. - Analizar un caso de estudio sobre administración de redes que permita planificar y simular un sistema de gestión que se adapte a un entorno informático específico.
Contenidos programáticos (unidades)	UNIDAD 1: Capa de aplicación y servicios de red UNIDAD 2: Arquitectura de redes actuales. UNIDAD 3: Redes programables UNIDAD 4: Arquitectura SDN UNIDAD 5: Implementar red SDN con Mininet UNIDAD 6: Gestión de red UNIDAD 7: Principios de seguridad informática

Tabla 13. *Contenidos programáticos actualizados de Redes Convergentes*

Redes convergentes	
Semestre	9
Objetivo general	Diseñar redes convergentes mediante el uso de tecnologías interoperables que permitan garantizar la disponibilidad y la calidad del servicio de forma eficiente de forma global e integral.
Objetivos específicos	- Identificar los diferentes tipos de aplicaciones, tecnologías y servicios utilizados en redes convergentes y arquitecturas IPV4/IPV6. - Explicar los principales conceptos utilizados en: señalización, diseño de redes, calidad de servicio, voz sobre IP. - Comprender los mecanismos de QoS. - Describir las aplicaciones y servicios utilizados en redes convergentes. - Proponer diseños de redes convergentes para la solución de interconectividad con diferentes tipos de tecnologías de interconectividad

Redes convergentes	
	6. Comprender el papel del controlador SDN en el funcionamiento de las redes definidas por software.
Contenidos programáticos (unidades)	UNIDAD 1. Introducción a NGN UNIDAD 2. Modelo de gestión de redes UNIDAD 3. Redes y servicios (QoS) UNIDAD 4. Transmisión de voz sobre tecnología IP – VOIP UNIDAD 5. Análisis de la convergencia UNIDAD 6. Arquitectura IMS: definición de los componentes UNIDAD 7. Internet protocol Version 6-IPV6 UNIDAD 8. Tecnología MPLS UNIDAD 9. Controladores SDN. UNIDAD 10. Red híbrida SDN.

4.5.2 Guías de laboratorio

Se proponen dos prácticas de laboratorio para cada asignatura intervenida. La primera práctica dentro de Telemática III (*FLA_23_Emulación_red_SDN_Mininet.pdf*), que se muestra en la Figura 37, tiene que ver con el emulador Mininet, cuyo objetivo es crear varias topologías de redes SDN y realizar pruebas de conectividad y de ancho de banda.

En la segunda práctica dentro de Redes Convergentes (*FLA_23_Implementacion_Controlador_SDN_Red_Hibrida.pdf*), ver Figura 38, se plantea la instalación del controlador ODL y la implementación de una red híbrida en el laboratorio de telemática de la Universidad de Pamplona sede Villa del Rosario.

4.5.3 Semilleros de investigación

La exploración de un nuevo tema como lo son las redes definidas por software (SDN) impulsó un nuevo campo de trabajo dentro del Grupo de Investigación de Telecomunicaciones y Nuevas Tecnologías (GITENT) perteneciente al programa de Ingeniería en

Telecomunicaciones. Dentro del semillero de Redes de Comunicaciones y Sistemas (REDCOMSIS), con la participación de estudiantes de séptimo y octavo semestre, se han planteado dos proyectos de investigación en el formato FPI-07 (Propuesta de Investigación de Semillero) que tienen como base las SDN: 1. *Implementación de una red de pruebas simulada basada en SDN para el transporte de servicios multimedia considerando la QoE* y 2. *Implementación de una red SDN simulada para la realización de pruebas de rendimiento en redes IoT.*

Figura 37. Topología propuesta en la práctica de telemática III

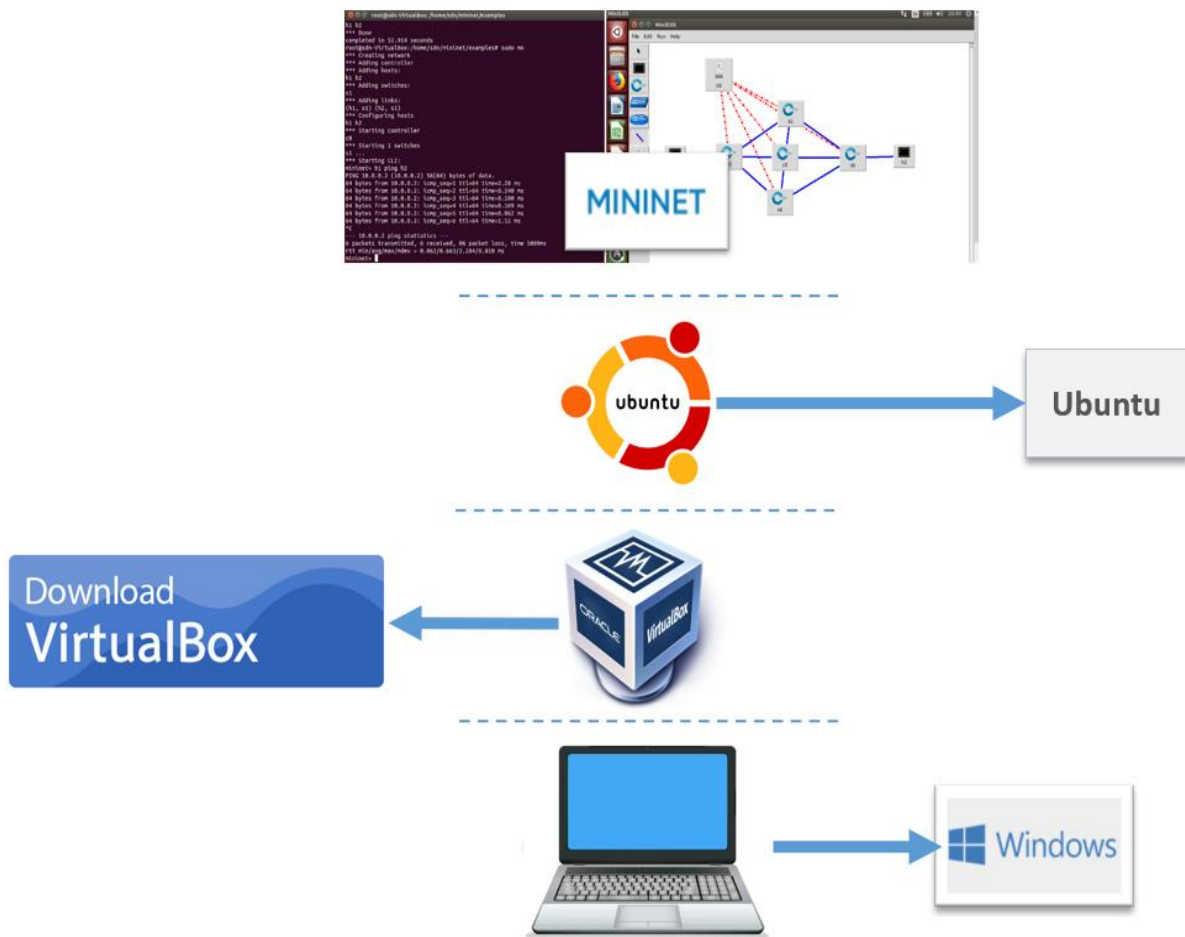
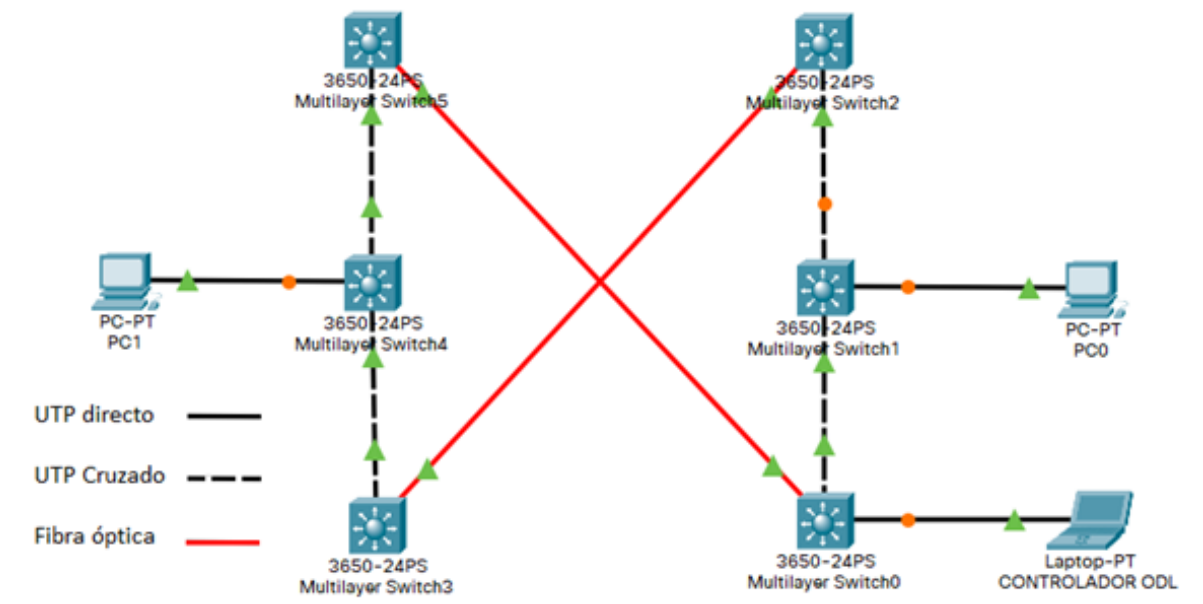


Figura 38. Topología propuesta en la práctica de Redes Convergentes

5. Conclusiones

Esta investigación evidenció la necesidad que tienen las instituciones educativas de no sólo actualizar sus contenidos, sino también sus metodologías y estrategias didácticas de tal manera que sean aprovechadas las competencias y habilidades digitales que poseen los estudiantes hoy en día, así mismo explorar e integrar las herramientas digitales disponibles con el fin de facilitar el cumplimiento de los objetivos educativos propuestos en cada uno de sus programas. La labor del docente en cuanto a la preparación de los materiales de clase exige un arduo ejercicio de investigación que le permita identificar los avances y tendencias en su campo de conocimiento. Con el tema de Redes Definidas por Software se demostró que es posible actualizar el plan de estudios integrando nuevos contenidos manteniendo el enfoque en el perfil ocupacional y el perfil de egresado.

El aprendizaje basado en juegos y la gamificación de las clases en ingeniería facilita el desarrollo de las clases fortaleciendo la motivación de los estudiantes en adquirir nuevo

conocimiento y mejorar su rendimiento académico mediante la creación de contenidos, repaso a través de cuestionarios o estudio con herramientas tecnológicas, que captan su atención y promueven el compromiso con su propia formación.

Implementar GBL y gamificación en las clases requiere tiempo, planeación y compromiso de los docentes, así como el interés de adoptar nuevas formas de realizar los encuentros presenciales o virtuales con los estudiantes. Los temas nuevos o las asignaturas difíciles pueden ser abordados más fácilmente con estrategias dinámicas como las desarrolladas en el presente trabajo.

6. Trabajo futuro

Se requiere el desarrollo de software de gamificación personalizados que se adapten a las particularidades de la ingeniería y que integren los elementos con las herramientas de juego bajo una misma plataforma sin la necesidad de acudir a portales o aplicaciones en línea.

Al socializar los resultados del presente trabajo permitirá generar proyectos dirigido a docentes de diferentes campos del conocimiento con el objetivo de establecer una metodología común para la aplicación de GBL y gamificación independientemente del tema tratado y que se centre en los estudiantes.

Para el caso del tema particular de SDN, se proponen trabajos de grado y proyecto de investigación que involucren otros docentes de la facultad y que exploren las redes definidas por software a un nivel más profundo, investigando nuevas soluciones y aplicaciones para el campo de las redes a nivel nacional e internacional.

Referencias

- [1] M. Sánchez-Otero, J. García-Guillany, E. Steffens-Sanabria, and H. H. Palma, “Estrategias Pedagógicas en Procesos de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Superior incluyendo Tecnologías de la Información y las Comunicaciones,” *Inf. tecnológica*, vol. 30, no. 3, pp. 277–286, 2019, doi: 10.4067/S0718-07642019000300277.
- [2] D. Silva Quiroz, Juan, & Maturana Castillo, “Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior,” *Innovación Educ.*, 2017, [Online]. Available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732017000100117&lng=es&tlng=es.
- [3] C. Bryson and L. Hand, “The role of engagement in inspiring teaching and learning,” *Innov. Educ. Teach. Int.*, vol. 44, no. 4, pp. 349–362, 2007, doi: 10.1080/14703290701602748.
- [4] J. M. Keller, *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Springer Science & Business Media, 2009.
- [5] Cisco, “Tendencias tecnológicas para 2020,” Madrid, Jan. 13, 2020.
- [6] B. Montes Castañeda and J. L. Solano Solano, “Estudio para la implementación de un sistema de redes definida por software (SDN) para una red de área amplia (WAN).”
- [7] MINTIC, “Plan 5G,” p. 69, 2019, [Online]. Available: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-101369_plan_5g_v20190712.pdf.
- [8] Valuates Reports, “Global SDN and NFV Market Size, Status and Forecast 2021-2027,” 2021. [Online]. Available: <https://reports.valuates.com/market-reports/QYRE-Auto-34A2910/global-sdn-and-nfv>.

- [9] Global Market Insights, “Software Defined Networking (SDN) Market Size By Component,” 2019. [Online]. Available: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/software-defined-networking-sdn-market>.
- [10] U. de Pamplona, “Proyecto Educativo Institucional.” Pamplona, p. 27, 2021, [Online]. Available:
http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_9/recursos/2018/25012018/pei.jsp.
- [11] P. Telecomunicaciones, “Proyecto Educativo del Programa.” p. 37, 2020, [Online]. Available: teleco.unipamplona.edu.co.
- [12] IETF, “RFC 7426.” 2015, [Online]. Available:
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7426>.
- [13] A. Cengiz, “Software Defined Networking.” p. 13, 2013, [Online]. Available:
<https://silo.tips/download/software-defined-networking-18>.
- [14] Azure, “¿Qué es virtualización?” 2021. <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-virtualization/>.
- [15] VMware, “Virtualización de funciones de red (NFV),” 2021.
<https://www.vmware.com/es/topics/glossary/content/network-functions-virtualization-nfv.html>.
- [16] A. O. Ocaña, *Modelos pedagógicos y teorías del aprendizaje*. Ediciones de la U, 2013.
- [17] Equipo Pedagógico de CapusEducacion.com, “Modelo, Método, Metodología... ¿Qué terminología emplear?,” *Blog de campuseducacion.com*, 2018.
<https://www.campuseducacion.com/blog/recursos/articulos-campuseducacion/modelo-metodo-metodologia-terminologia-emplear/> (accessed Sep. 21, 2020).

- [18] Tecnológico de Monterrey, “Gamificación y aprendizaje basado en juegos,” *Observatorio. Instituto para el futuro de la educación.*, 2021. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/gamificacion-aprendizaje>.
- [19] J. Mikovic, P. G. Kannan, C. Mun Choon, and K. Sklower, “Enabling sdn experimentation in network testbeds,” in *Proceedings of the ACM International Workshop on Security in Software Defined Networks & Network Function Virtualization*, 2017, pp. 7–12.
- [20] D. Bolatti *et al.*, “Estudio de herramientas de simulación en redes definidas por software,” 2017.
- [21] Open Networking Foundation, “Página oficial,” 2021. <https://opennetworking.org> (accessed Mar. 09, 2021).
- [22] ONF, “SDN architecture.” p. 68, 2014, [Online]. Available: https://opennetworking.org/wp-content/uploads/2013/02/TR_SDN_ARCH_1.0_06062014.pdf.
- [23] Y. Jaradat, I. Jannoud, M. Masoud, and W. A. Elhaija, “A roadmap for SDN-based network management: Al-Zaytoonah University of Jordan case,” in *2017 18th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*, 2017, pp. 656–660.
- [24] I. Bernal and D. Mejía, “Las redes definidas por software y los desarrollos sobre esta temática en la Escuela Politécnica Nacional,” *Rev. Politécnica*, vol. 37, no. 1, p. 43, 2016.
- [25] G. Pujolle, *Software Networks : Virtualization, SDN, 5G and Security*. Newark, UNITED STATES: John Wiley & Sons, Incorporated, 2015.
- [26] ONF, “Open Networking Foundation - About,” 2021.

- <https://opennetworking.org/mission/> (accessed Jul. 31, 2021).
- [27] S. Azodolmolky, *Software Defined Networking with OpenFlow*. Olton, UNITED KINGDOM: Packt Publishing, Limited, 2013.
- [28] P. Telecomunicaciones, “Autoevaluación 2021.” Pamplona, 2021.
- [29] A. O. Ocaña, “Hacia una nueva clasificación de los modelos pedagógicos: el pensamiento configuracional como paradigma científico y educativo del siglo XXI,” *Praxis (Bern. 1994).*, vol. 7, no. 1, pp. 121–137, 2011.
- [30] EDUCAUSE, “Horizon Report. Higher Education Edition,” 2019. [Online]. Available: <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2019/4/2019horizonreport.pdf?la=en&hash=C8E8D444AF372E705FA1BF9D4FF0DD4CC6F0FDD1>.
- [31] EDUCAUSE, “Horizon Report. Teaching and Learning Edition,” 2020. [Online]. Available: https://library.educause.edu/-/media/files/library/2020/3/2020_horizon_report_pdf.pdf?la=en&hash=08A92C17998E8113BCB15DCA7BA1F467F303BA80.
- [32] Tecnológico de Monterrey, “Edu Trends - Gamificación,” 2016. [Online]. Available: <https://observatorio.tec.mx/edutrendsgamificacion>.
- [33] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, “From game design elements to gamefulness: defining "gamification",” in *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, 2011, pp. 9–15.
- [34] Gobierno de Navarra, “Gamificación en el Aula – MOOC,” *Departamento de educación*, 2016. <https://parapnte.educacion.navarra.es/2016/10/04/gamificacion-en-el-aula-mooc/>.

- [35] EdTechReview, “¿Qué es GBL (aprendizaje basado en juegos)?,” 2013.
<https://edtechreview.in/dictionary/298-what-is-game-based-learning>.
- [36] Educaciontrespuntocero, “¿En qué se diferencian la gamificación y el Aprendizaje Basado en Juegos?,” *Educación* 3.0, 2018.
<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/gamificacion-y-aprendizaje-basado-en-juegos/>.
- [37] ONF, *Open Networking Foundation - Publicaciones*. 2021.
- [38] IETF, *RFC 7149*. 2014.
- [39] IETF, *RFC 8456*. 2018.
- [40] UIT, *JOINT COORDINATION ACTIVITY ON SOFTWARE DEFINED NETWORKS JCA-SDN-D-001 Rev.5*. 2017, p. 33.
- [41] Gobierno de Colombia, *LEY 1341 de 2009*. 2009, p. 47.
- [42] Gobierno de Colombia, *LEY 1978 de 2019*. 2019, p. 36.
- [43] U. de Pamplona, “Proyecto Educativo Institucional.” p. 27, 2018, [Online]. Available: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_9/recursos/2018/documentos/25012018/pei.pdf.
- [44] U. de Pamplona, *Estatuto docente Unipamplona*. 2002, p. 36.
- [45] W. von Hagen and W. Von Hagen, *Professional Xen Virtualization*. Hoboken, UNITED STATES: John Wiley & Sons, Incorporated, 2008.
- [46] D. L. Tennenhouse and D. J. Wetherall, “Toward an active network architecture,” in *Multimedia Computing and Networking 1996*, 1996, vol. 2667, pp. 2–16.
- [47] T. Roscoe and S. Rooney, “Overview of the DCAN project,” *Syst. Res. Gr. ATM Doc. Collect.*, vol. 4, 1995.

- [48] R. Enns, M. Bjorklund, and J. Schoenwaelder, “NETCONF configuration protocol,” RFC 4741, December, 2006.
- [49] M. Casado, M. J. Freedman, J. Pettit, J. Luo, N. McKeown, and S. Shenker, “Ethane: Taking control of the enterprise,” *ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 37, no. 4, pp. 1–12, 2007.
- [50] Ó. Roncero Hervás, “Software Defined Networking.” Universitat Politècnica de Catalunya, 2014.
- [51] A. Singh *et al.*, “Jupiter rising: A decade of clos topologies and centralized control in google’s datacenter network,” *ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 45, no. 4, pp. 183–197, 2015, doi: 10.1145/2829988.2787508.
- [52] Z. Bojovic, P. Bojović, and J. Šuh, *The implementation of Software Defined Networking in enterprise networks*. 2017.
- [53] J. Ramos Fernández and J. Fernández Navajas, “Implementación y evaluación de un sistema SD-WAN para un entorno empresarial virtualizado,” 2019.
- [54] S. Rendón Bernot, “Enrutamiento de paquetes en Redes Definidas por Software mediante Aprendizaje Automático.” Quito, 2020.
- [55] C. Gonzalez, O. Flauzac, and F. Nolot, “Evolución y Contribución para el Internet de las Cosas por las emergentes Redes Definidas por Software,” in *Memorias de Congresos UTP*, 2018, pp. 28–33.
- [56] F. Sanabria, J. Bustos, and W. Castellanos, “Estudio de la transmisión de video sobre redes definidas por software (Study on Video Streaming over Software Defined Networks),” *MEMORIAS-CICI*, 2018.
- [57] R. Vilalta, A. Mayoral, R. Casellas, R. Martínez, and R. Muñoz, “Experimental

- demonstration of distributed multi-tenant cloud/fog and heterogeneous SDN/NFV orchestration for 5G services,” in *2016 European Conference on Networks and Communications (EuCNC)*, 2016, pp. 52–56.
- [58] T. M. T. Nguyen, L. Hamidouche, F. Mathieu, S. Monnet, and S. Iskounen, “SDN-based Wi-Fi Direct clustering for cloud access in campus networks,” *Ann. Telecommun.*, vol. 73, no. 3, pp. 239–249, 2018.
- [59] J. Šuh, Ž. Bojović, M. Despotović-Zrakić, Z. Bogdanović, and A. Labus, “Designing a course and infrastructure for teaching software-defined networking,” *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 25, no. 4, pp. 554–567, 2017, doi: 10.1002/cae.21820.
- [60] C. V. Caicedo, Y. Prieto, J. E. Pezoa, S. K. Sobarzo, and N. Ghani, “A Novel framework for SDN teaching and research: A Chilean University case study,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 57, no. 11, pp. 67–73, 2019.
- [61] S. Wang *et al.*, “Unified software-defined online network experiment platform for campus education,” in *2016 International Conference on Networking and Network Applications (NaNA)*, 2016, pp. 299–302.
- [62] S. Cosgrove, “Teaching software defined networking: It’s not just coding,” in *2016 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 2016, pp. 139–144.
- [63] L. G. Picó, C. A. Calderón, S. B. Macías, and C. M. R. Vergel, “Evaluación de desempeño y configuraciones de las SDN mediante la simulación,” *Rev. Técnica*, p. 29, 2016.
- [64] A. Habbal, S. Hassan, B. M. Addokali, and N. Benamar, “Design and assessment of an experimental SDN-enabled private cloud using Openstack,” *J. Telecommun. Electron.*

- Comput. Eng.*, vol. 9, no. 1–4, pp. 1–5, 2017.
- [65] L. Y. B. Sánchez, B. Valencia-Suárez, S. Santacruz-Pareja, and J. J. Padilla-Aguilar, “Uso de Mininet y Openflow 1.3 para la enseñanza e investigación en redes IPv6 definidas por software,” *Rev. Educ. en Ing.*, vol. 12, no. 24, pp. 89–96, 2017.
- [66] M. Medvecký, R. Vargic, J. Londák, P. Podhradský, and P. Trúchly, “Integration of Virtual SDN and NFV Laboratory with NEWTELP Platform,” in *2018 International Symposium ELMAR*, 2018, pp. 15–18.
- [67] R. Vilalta, A. Mayoral, R. Muñoz, R. Casellas, and R. Martínez, “The SDN/NFV Cloud Computing platform and transport network of the ADRENALINE testbed,” in *Proceedings of the 2015 1st IEEE Conference on Network Softwarization (NetSoft)*, 2015, pp. 1–5, doi: 10.1109/NETSOFT.2015.7116150.
- [68] A. K. Yadav and S. S. Oyelere, “Contextualized mobile game-based learning application for computing education,” *Educ. Inf. Technol.*, vol. 26, no. 3, pp. 2539–2562, 2021, doi: 10.1007/s10639-020-10373-3.
- [69] S. A. Zabala-Vargas, D. A. Ardila-Segovia, L. H. García-Mora, and B. L. de Benito-Crosetti, “Aprendizaje basado en juegos (GBL) aplicado a la enseñanza de la matemática en educación superior. Una revisión sistemática de literatura,” *Form. Univ.*, vol. 13, no. 1, pp. 13–26, 2020, doi: 10.4067/S0718-50062020000100013.
- [70] R. (coord. . Roig-Vila, J. M. (ed. . Antolí Martínez, A. (ed. . Lledó Carreres, and N. (ed. . Pellín Buades, “Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de qualitat, innovació i investigació en docència universitària. Convocatòria 2018-19.” 2019.
- [71] V. P. Calbacho Contreras, “Gamificación: una innovación en aula para mejorar el proceso enseñanza y aprendizaje en educación superior,” 2020.

- [72] U. de Pamplona, “Reseña histórica Unipamplona,” 2021.
<http://www.unipamplona.edu.co/> (accessed Jul. 21, 2021).
- [73] U. de Pamplona, *Pensamiento Pedagógico Institucional - PPI*. 2014, p. 136.
- [74] G. Briones, “Diseños experimentales,” *La Sociol. en sus Escenarios*, no. 2, 1998.
- [75] G. P. G. Alban, A. E. V. Arguello, and N. E. C. Molina, “Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción),” *RECIMUNDO*, vol. 4, no. 3, pp. 163–173, 2020.
- [76] Ikanos, “Test Ikanos de competencias digitales,” 2021.
<https://test.ikanos.eus/index.php/1?newtest=Y&token=estudiantes&lang=es>.
- [77] S. Zabala-Vargas, B. De Benito-Crosetti, A. Darder-Mesquida, E. Arciniegas-Hernandez, J. Reina-Medrano, and L. García-Mora, “Strengthening motivation in the mathematical engineering teaching processes- A proposal from gamification and game-based learning,” *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 16, no. 6, pp. 4–19, 2021, doi: <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.16163>.

Apéndices

Apéndice A. Prueba diagnóstica de rendimiento académico (PRE-TEST)

Nº	Preguntas
1	La capa del modelo OSI donde se trabaja con direccionamiento lógico es:
2	Si tengo 2 direcciones físicas o MAC: 00-60-2F-3A-07-BC y 00-60-3F-3A-07-BC podemos asegurar que:
3	Cuál es una de las soluciones creadas para frenar el agotamiento de direcciones IPv4:
4	Cuantos bits tiene una dirección IP versión 6:
5	Cuál de las siguientes es una dirección lógica clase C:
6	Se tiene cierta subred con mascara /28, cuál de las siguientes parejas de direcciones pertenecen a la misma subred:
7	Una de las funciones principales de un Router es:
8	El comando PING está relacionado con cual protocolo:
9	Si en la capa de aplicación estoy jugando ON LINE, entonces en la capa de transporte utilizo el protocolo:
10	Es una característica de un protocolo de enrutamiento estático es:
11	Es una característica de un protocolo de enrutamiento dinámico es:
12	Las métricas en una tabla de enrutamiento sirven para:
13	Qué significa la métrica del “Numero de saltos”
14	Cuál de los siguientes protocolos es de estado-enlace:
15	El objetivo principal del nivel o capa de transporte del modelo OSI o TCP/IP es:
16	En general los HOST son:
17	Dentro de los dispositivos de red, un router es:
18	Para qué sirve NAT
19	Cual dispositivo de red es capaz de subdividir dominios de broadcast:
20	Es necesario que en algunas redes LAN existan técnicas de control de acceso al medio porque:
21	Dentro de la tabla de enrutamiento de un router podemos encontrar:
22	Es una definición de Protocolo:
23	Cuáles son las dos (2) funciones de la capa de transporte permite el acceso a la red a varias aplicaciones al mismo tiempo mediante una sola conexión de red.
24	Qué información podemos encontrar en un encabezado de capa de transporte TCP (escoja 2).
25	Cómo se llama el cableado que distribuye las señales de datos en un solo piso del edificio.
26	Cómo se llama el cableado que es como la “columna vertebral” de una red de cableado estructurado.
27	¿Cuál de los siguientes es una IP pública válida?

Nº	Preguntas
28	¿Cuál son los dos tipos de puerto que puedo configurar en una VLAN? ESCOJA DOS
29	¿Cuál protocolo se usa más frecuentemente para etiquetar las VLAN?
30	Cuál programa sirve para capturar y analizar paquetes de datos.
31	¿Qué es un sistema operativo?
32	¿Cuál de los siguientes NO es un sistema operativo?
33	¿Qué es un sistema multiprocesador?
34	¿Qué es un sistema multiusuario?
35	¿Cuál de los siguientes es el Sistema Operativo que no maneja Interfaz Gráfica?
36	El invitado o guest es:
37	Una máquina virtual es:
38	El anfitrión o host es:
39	¿Cuál de los siguientes NO es un producto de virtualización?
40	En el contexto de la virtualización, ¿qué es el hypervisor?
41	¿Qué es un lenguaje de programación?
42	¿Cuáles son los tipos de lenguaje de programación?
43	¿Qué es un Lenguaje de alto nivel?
44	Son nombres de lenguajes de programación orientado a objetos.
45	Son los tipos de datos que se manejan en Programación.
46	Son los tipos de variables que se manejan en Programación.
47	A que se le llama entorno de desarrollo IDE.
48	¿Qué es un pseudocódigo?
49	¿Qué es un algoritmo?
50	Phyton es:

Apéndice B. Prueba diagnóstica de rendimiento académico (POS-TEST)

Nº	Preguntas
1	¿Cuáles de las siguientes son dos funciones que proporciona la capa de red? (Elija dos).
2	¿Cuáles de los siguientes son dos beneficios de dividir una red en subredes? (Elija dos opciones.)
3	¿Cuáles son las dos funciones de los protocolos de enrutamiento dinámico? (Escoja dos opciones).
4	¿Qué tipos de aplicaciones son los más adecuados para el uso de UDP? (Única respuesta)
5	¿Cuál es una de las ventajas de usar UDP en lugar de TCP? (Única respuesta)
6	¿Cuáles son las dos características de la capa de aplicación del modelo TCP/IP? (Elija dos.)
7	¿Cuál es una característica clave del modelo de redes entre pares? (Única respuesta)
8	¿Cómo se llama el sistema o software que permite agrupar varias computadoras para formar un único sistema distribuido? (Única respuesta)
9	¿Por qué se prefiere el DHCP para su uso en grandes redes? (Única respuesta)
10	¿Qué significa el término vulnerabilidad? (Única respuesta)
11	¿Qué es un NOS? (Única respuesta)
12	¿Cuál de los siguientes es un NOS? (Única respuesta)
13	Una de las ventajas de NFV es: (Única respuesta)
14	¿Cuáles son motivaciones para implementar NFV? (Elija tres.)
15	¿Cuáles de los siguientes son dos funcionalidades del ecosistema VNF? (Elija dos).
16	¿Cuáles son las tres áreas funcionales que realizan todas las tareas relacionadas con el ciclo de vida de una VNF? (Única respuesta)
17	¿Cuál es una definición de automatización de red? (Única respuesta)
18	¿Por qué conviene automatizar la red? (Única respuesta)
19	¿Qué función cumple Machine Learning en una red basada en intención? (Única respuesta)
20	¿Cuál de los siguientes es uno de los principios de funcionamiento de un software de red basado en intención IBNS? (Única respuesta)
21	¿De cuál organización es el proyecto de redes Open Source llamado Openflow? (Única respuesta)
22	¿Qué problema en la nube impulsa el desarrollo de las SDN? (Única respuesta)
23	¿Cuáles dos componentes de los equipos de red se desagregan o se separan en una red SDN? (Elija dos)
24	¿Cuál es una de las características de SDN? (Única respuesta)
25	¿Cuál de los siguientes es una motivación para la implementación de redes SDN? (Única respuesta)
26	¿Qué característica tiene un switch OpenFlow puro? (Única respuesta)
27	¿Qué característica tiene un switch OpenFlow Híbrido? (Única respuesta)
28	¿Qué sucede con un paquete cuyo encabezó no coincide con ninguna fila de la tabla de flujo? (Única respuesta)

Nº	Preguntas
29	¿Cuál es el puerto de capa de transporte asignado para comunicación segura entre el conmutador OpenFlow y el controlador? (Única respuesta)
30	¿Cuál de los siguientes es una de las principales funciones de la capa de control? (Única respuesta)
31	La definición de Floodlight es: (Única respuesta)
32	La definición de OpenDaylight es: (Única respuesta)
33	La definición de POX es: (Única respuesta)
34	La definición de ONOS es: (Única respuesta)
35	¿Cuál es la definición de Software Switch Indigo? (Única respuesta)
36	¿Cuál es la definición de Software Switch LINC? (Única respuesta)
37	¿Cuál es la definición de Software Switch Pantou? (Única respuesta)
38	¿Cuáles de las siguientes son dos características de los protocolos Northbound API? (Elija dos opciones.)
39	¿Cuál de los siguientes es un protocolo Northbound API? (Única respuesta)
40	¿Cuáles de los siguientes son los dos formatos más comunes para administrar las API RESTful? (Elija dos opciones.)
41	¿Con cuál protocolo es compatible Mininet de forma predeterminada? (Única respuesta)
42	¿Cuál de los siguientes es una característica de Mininet? (Única respuesta)
43	¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA acerca de Virtual Box? (Única respuesta)
44	¿Con cuál comando se recomienda realizar una prueba general de Mininet después de la instalación? (Única respuesta)
45	Con el comando “mn” ¿cuál tipo de red se crea por defecto?
46	¿Cuál comando permite ver los elementos, puertos y direcciones que conforman la red en Mininet? (Única respuesta)
47	¿Para qué sirve el comando XTERM? (Única respuesta)
48	¿Cuál es el comando correcto para crear una topología por defecto de cuatro switches y 4 hosts en línea? (Única respuesta)
49	¿Cuál es la ruta para realizar un análisis de paquetes gráfico en Wireshark? (Única respuesta)
50	¿Cuál opción en Putty se debe habilitar para permitir la conexión remota SSH con la máquina virtual? (Única respuesta)

Apéndice C. Contenidos y prácticas de las asignaturas de la línea de telemática*Contenidos*

Sistemas informáticos para telemática	
Semestre	5
Objetivo general	Desarrollar los contenidos propuestos en la cátedra de Sistemas Informáticos con relación a las generalidades de los sistemas informáticos, Terminología de Redes, Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Computadores, Sistemas Operativos Linux y Windows y Problemas de Conectividad a la red, entre otros.
Objetivos específicos	1. Interpretar los conceptos básicos de las Redes de datos. 2. Identificar los diferentes Componentes del Computador. 3. Desarrollar habilidades que permitan al estudiante hacer mantenimiento Preventivo y Correctivo PC. 4. Desarrollar habilidades en los procesos de identificación de los problemas de Red. 5. Detallar las generalidades de los Sistemas Operativos de Windows y Linux.
Contenidos programáticos (unidades)	UNIDAD 1. Historia de las Redes y Computadores. UNIDAD 2. El Computador como Unidad Básica de una Red UNIDAD 3. Arquitectura de Computadoras UNIDAD 4. Mantenimiento de Computadores UNIDAD 5. Sistemas Operativos UNIDAD 6. Problemas de Conectividad a LAN UNIDAD 7. Virtualización de Sistemas Operativos

Telemática I	
Semestre	6
Objetivo general	Presentar una visión global de las redes telemáticas, estudiando su arquitectura, tecnologías existentes, funcionamiento y configuración, para que los estudiantes estén en la capacidad de diseñar redes de área local que se adapten a un entorno informático específico.
Objetivos específicos	1. Conocer las características de los medios de transmisión que se utilizan en las redes telemáticas, a fin de que el estudiante pueda determinar cuál o cuáles de ellos utilizar en las LAN que diseñe. 2. Saber cuáles son los subsistemas de cableado estructurado y los aspectos a tener en cuenta al diseñar una LAN, para que el estudiante pueda realizar correctamente el diseño de este tipo de redes.

Telemática I	
	3. Comprender el funcionamiento de la capa de enlace de datos, a fin de que el estudiante reconozca su importancia en el buen desempeño de las redes de cómputo. 4. Conocer los comandos básicos del sistema operativo de internetworking (IOS) de Cisco, para que el estudiante adquiera destreza en la configuración de este tipo de dispositivos. 5. Entender cómo opera el direccionamiento lógico y el escalado de direcciones IP, a fin de que el estudiante pueda distribuir adecuadamente el conjunto de direcciones del que dispone.
Contenidos programáticos (unidades)	UNIDAD 1 Arquitectura de Redes UNIDAD 2 Capa física UNIDAD 3 Capa de Enlace de datos UNIDAD 4 Capa de red

Telemática II	
Semestre	7
Objetivo general	Brindar a los estudiantes todo el bagaje teórico y práctico sobre los protocolos de enrutamiento, tecnologías WAN, redes inalámbricas, VLANs y capa de transporte, necesario para que estén en la capacidad de planear redes con buen rendimiento, gracias al control eficiente del tráfico al interior de ellas y a la adecuada elección de la tecnología y capacidad de los enlaces a otras redes.
Objetivos específicos	1 Determinar cómo funcionan y se configuran los protocolos de enrutamiento para que el estudiante sepa cómo encaminar adecuadamente el tráfico entre diferentes redes. 2 Dar a conocer al estudiante para qué se utilizan y cómo se configuran las VLANs, de manera que pueda controlar el tráfico de la red, independientemente de la ubicación física de los hosts. 3 Conocer el funcionamiento y configuración de las redes de área local inalámbricas, para que el estudiante pueda realizar un buen diseño de este tipo de redes. 4 Estipular las características relevantes de las diferentes tecnologías WAN, a fin de que el estudiante pueda elegir qué tecnología le permite brindar la conectividad a Internet requerida en cada caso particular.

Telemática II	
	5 Determinar el modo en que opera la capa de transporte y los servicios que brinda, para que el estudiante sea consciente de la importancia de esta capa en la operación de las redes. 6 Analizar un caso de estudio, que implique la planeación de redes LAN y WAN, a fin de que los estudiantes diseñen y simulen una red que se adapte a un entorno informático específico.
Contenidos programáticos (unidades)	UNIDAD 1 Redes Inalámbricas UNIDAD 2 LAN Virtuales UNIDAD 3 Routing UNIDAD 4 Protocolos de enrutamiento UNIDAD 5 Capa de Transporte

Telemática III	
Semestre	8
Objetivo general	Proporcionar bases sólidas, a nivel teórico y práctico, en gestión de redes, incluyendo configuración de servidores y seguridad informática para desempeñar funciones como administradores de red y/o asesores en esta área.
Objetivos específicos	1. Reconocer las características, elementos, áreas funcionales, modelos y protocolos de un sistema de gestión de red a fin de comprender su funcionamiento e importancia en el buen desempeño de la red. 2. Investigar el modo en que se configuran y operan los diferentes servicios de red, en Windows y Linux, para que el estudiante conozca qué parámetros se deben tener en cuenta en la configuración y qué diferencias existen entre un sistema operativo y otro. 3. Especificar cuáles son las principales amenazas y vulnerabilidades de un sistema informático, a fin de tomar conciencia de los riesgos a los que están expuestos estos sistemas continuamente. 4. Determinar cómo se da seguridad a los diferentes servicios de red para comprender el funcionamiento de los protocolos de seguridad y cómo se configuran. 5. Analizar un caso de estudio sobre administración de redes que permita planificar y simular un sistema de gestión que se adapte a un entorno informático específico. 6. Implementar una infraestructura de clave pública para la emisión, gestión y revocación de certificados digitales.
Contenidos programáticos	UNIDAD 1: Capa de aplicación y servicios de red UNIDAD 2: Gestión de red

Telemática III	
os (unidades)	UNIDAD 3: Principios de seguridad informática
Seguridad en redes	
Semestre	8
Objetivo general	Comprender y aprender las medidas de respuesta utilizadas para prevenir, detectar y corregir las violaciones de la seguridad en una red informática.
Objetivos específicos	1. Definir la amenaza, la vulnerabilidad y la explotación, explicando cómo se relacionan entre sí. 2. Determinar cuáles son la amenaza y las vulnerabilidades especificando cómo proteger una red de ellas. 3. Definir los diferentes tipos de cortafuegos disponibles y cómo cada uno protege una red. 4. Determinar cómo se utilizaría una DMZ dado un escenario. 5. Determinar cómo la encriptación hash protege los datos.
Contenidos programáticos (unidades)	UNIDAD 1: Búsqueda de vulnerabilidades UNIDAD 2: Aspectos de seguridad del protocolo TCP/IP UNIDAD 3: Vulnerabilidades y ataques en las redes de ordenadores UNIDAD 4: Mecanismos de defensa en redes UNIDAD 5: Técnicas y herramientas de seguridad proactivas UNIDAD 6: Análisis de malware
Redes industriales	
Semestre	9
Objetivo general	Proporcionar un análisis práctico de las diferentes redes que pueden ser aplicadas en entornos industriales que permita comprender el conjunto de métodos, sistemas y herramientas para el intercambio de información entre diferentes componentes industriales, desde los niveles más bajo a nivel de sensor/actuador, hasta los más elevados de toma de decisiones a nivel administrativo.
Objetivos específicos	1. Conocer los principios básicos, infraestructura y funcionamiento de las redes para entornos industriales. 2. Determinar los diferentes tipos de comunicaciones industriales estandarizados para la automatización.

Redes industriales	
	3. Aplicar topologías y protocolos en la transferencia de datos entre los niveles de la estructura de las redes industriales. 4. Implementar procesos industriales en ambientes controlados, basados en autómatas programables.
Contenidos programáticos (unidades)	UNIDAD 1: Principios de comunicaciones en entornos industriales. UNIDAD 2: Tipos de redes de comunicación y transmisión de datos. UNIDAD 3: Niveles de enlace de datos: transferencia de datos. UNIDAD 4: Redes de comunicaciones industriales. UNIDAD 5: Procesos industriales basados en autómatas programables.

Redes convergentes	
Semestre	9
Objetivo general	Diseñar redes convergentes mediante el uso de tecnologías interoperables que permitan garantizar la disponibilidad y la calidad del servicio de forma eficiente de forma global e integral.
Objetivos específicos	1. Identificar los diferentes tipos de aplicaciones, tecnologías y servicios utilizados en redes convergentes y arquitecturas IPV4/IPV6. 2. Explicar los principales conceptos utilizados en: señalización, diseño de redes, calidad de servicio, voz sobre IP. 3. Comprender los mecanismos de QoS. 4. Describir las aplicaciones y servicios utilizados en redes convergentes. 5. Proponer diseños de redes convergentes para la solución de interconectividad con diferentes tipos de tecnologías de interconectividad
Contenidos programáticos (unidades)	UNIDAD 1. Introducción a NGN UNIDAD 2. Modelo de gestión de redes UNIDAD 3. Redes y servicios (QoS) UNIDAD 4. Transmisión de voz sobre tecnología IP – VOIP UNIDAD 5. Análisis de la convergencia UNIDAD 6. Arquitectura IMS: definición de los componentes UNIDAD 7. Internet protocol Version 6-IPV6 UNIDAD 8. Tecnología MPLS

Prácticas

Nombre de la asignatura	Prácticas	Herramientas
Sistemas informáticos para telemática	Identificación de los componentes de un computador personal.	Computadores personales del laboratorio.
	Mantenimiento preventivo y correctivo de computadores personales.	Computadores personales del laboratorio.
	Conexión de acceso a la red LAN	Simulador Cisco Packet Tracer
	Implementación de máquinas virtuales	Software VirtualBox
Telemática I	Practica creación de patch cord UTP directo y cruzado.	Cables UTP y conectores RJ45.
	Practica crimpado de cable UTP sobre patch panel	Cables UTP y patch panel RJ45.
	Configuración básica de switch y router	Simulación en packet tracer y practica con equipos switch y router disponibles en el laboratorio.
	Proyecto de semestre: Diseño de una red LAN	Sólo diseño
Telemática II	Configuración de VLAN	Simulación en packet tracer y practica con equipos switch y router disponibles en el laboratorio.
	Configuración de redes inalámbricas	Simulación en packet tracer y practica con equipos switch y router disponibles en el laboratorio.
	Configuración de protocolos de enrutamiento	Simulación en packet tracer y practica con equipos switch y router disponibles en el laboratorio.
	Identificación de puertos de capa de transporte	Software Wireshark.
	Proyecto de semestre: Diseño de red WAN	Sólo diseño
Telemática III	Identificación del funcionamiento de protocolos de aplicación	Varios programas de prueba (HTTP, FTP, e-MAIL) y software Wireshark
	Implementación de software de monitoreo de redes.	Varios programas de monitoreo de redes disponibles en Internet.

Nombre de la asignatura	Prácticas	Herramientas
	Proyecto de semestre: Diseño e implementación de red LAN-WAN gestionada.	Equipos switch, router, cables y modem disponibles en el laboratorio.
Seguridad en redes	Escaneo de puertos, explotación de vulnerabilidades.	Software NMAP, entre otros.
	Buenas prácticas de seguridad en redes.	Practica con equipos switch y router disponibles en el laboratorio.
Redes industriales	Prácticas de automatización y control	Equipos de automatización y bancos de pruebas disponibles en el laboratorio de la universidad y en laboratorios en alianza con el SENA.
Redes convergentes	Prácticas de voz-IP y streaming	Software de simulación, software wireshark.

Apéndice D. *Inventario de hardware del laboratorio de telemática.*

EQUIPO/ ELEMEN- TO	MARCA	REF.	CANTI- DAD	CARACTERÍSTICAS	IMAGEN
Router	Cisco	3640	1	Supported Cisco IOS software: Release 11.1 AA, Release 11.2 P, 11.3, and 11.3T, 12.0, 12.0T. Flash Memory: 8 MB. DRAM memory: 32 MB. Network module slots: 4. Processor type: 100 MHz IDT R4700 RISC. Puertos: 5 Serial, 1 Ethernet, 2 voz, 1 consola y 1 auxiliar.	
Switch	HP	1920-24G-PoE+	1	Puertos: (24) Puertos RJ-45 10/100/1000 con detección automática (2) Puertos SFP de 100/1000 Mbps Admite un máximo de 24 puertos 10/100/1000 con detección automática más 2 puertos SFP - Memoria y procesador: Flash de 1 MB Tamaño de búfer para paquetes: 512 KB - Latencia: Latencia de 100 Mb: < 8 µs Latencia de 1000 Mb: < 16 µs - Velocidad: hasta 38,7 Mpps - Capacidad de Switching: 52 Gbps	
Router	Cisco	4321	6	Puertos: 2 Gigabitethernet Electricos, 2 Gigabitethernet ópticos, 1 Consola, 1 auxiliar.	
Tarjeta interface	Cisco	HWIC-2T	6	Puertos: 2 seriales	
Switch	Cisco	Catalyst 3650	6	Puertos: 24 Gigabitethernet Electricos, 2 Gigabitethernet ópticos, 1 Consola, 1 auxiliar.	
Transceiv- er óptico	Cisco	Glc Sx Mmd	8	Tipo conector: LC/PC multi-modo 1Km. Tipo: Ethernet 1000BASE-SX Norma: IEC 60825-1, Clase de láser 1	

EQUIPO/ ELEMENTO	MARCA	REF.	CANTIDAD	CARACTERISTICAS	IMAGEN
		Transceiver Sfp		Velocidad: 1Gbps Interfaz: SFP (mini-GBIC) 850nm	
Firewall	Cisco	ASA5506	2	Puertos: 8 x 1 interfaz de Gigabit Ethernet, 1 puerto de administración. Memoria 4 GB, Flash 8 GB.	
Router	Cisco	1801	1	Puertos: 2 Gigabitethernet Electricos, 1 Serial, 1 Consola, 1 auxiliar.	
Switch	3COM	4226T	1	Puertos: 24 Fastethernet Electricos, 1 Consola, 1 auxiliar.	
Router	Cisco	805	1	Puertos: 1 ethernet Electrico, 1 Serial, 1 Consola, 1 auxiliar.	
Router	Cisco	1700	1	Puertos: 1 ethernet Electrico, 1 Serial, 2 de voz, 1 Consola, 1 auxiliar.	
Modem	Adtran	6540	2	Interfaces entre redesSHDSL y usuarios DTE. 2 o 4 conexiones SHDSL cableadas. 1 puerto G703 y 1 puerto V.35.	

EQUIPO/ ELEMEN- TO	MARCA	REF.	CANTI- DAD	CARACTERISTICAS	IMAGEN
Modem	CTC Union	FRM220 Con módulo Coaxial	2	Conversor de medios de puerto Gigabit Ethernet 1000BaseT a interface multicoaxial de 5 puertos.	
Modem	CTC Union	FRM220 Con módulo Fibra óptica	2	Conversor de medios de puerto Gigabit Ethernet 1000BaseT a SFP medio de fibra 1000Mbit/s.	
Radio	Ubiquiti	Litebeam M5-23	2	RAM (Mb) 64, puertos Ethernet 10/100 1, ganancia antena (dBi) 23, frecuencia 5 Ghz, puertos Ethernet (total) 1, rango de frecuencias (MHz) 5150 - 5875.	
Gateway Voip	Linksys	PAP2T	2	VoIP Gateway. DHCP: Apoyo Protocolo SIP V2: compatible Soporta compresión de fax y multivoz G.711, G.726, G.729, G.723.1 Puerto: 1 10/100 M RJ-45 interfaz de red, 2 interfaces telefónicas estándar, 1 interfaz de alimentación	
Cable	-	UPT	24	Patch cord UTP cat. 6	

EQUIPO/ ELEMENTO	MARCA	REF.	CANTIDAD	CARACTERISTICAS	IMAGEN
Cable	Cisco	Serial	6	DTE	
Cable	Cisco	Serial	6	DCE	
Cable	-	Fibra óptica	15	Patch cord- LC-LC- 3 metros.	
Computador personal	HP	ProDesk 600 G1 SFF	10	HP 600G1 Intel I5 Quad-Core 3.2 GHz Processor Inside: 8GB RAM, 500GB Hard Drive, DVD Optical Drive, Operating System: Windows 10 Professional. Incluye teclado y Mouse.	

Apéndice E. Aplicaciones y herramientas de software usadas en telemática

Herramienta de software	Descripción
Packet Tracer	Es una herramienta de diseño, simulación y modelado de redes que permite desarrollar un conjunto de habilidades en redes, ciberseguridad e Internet de las cosas (IoT). Permite modelar sistemas complejos sin la necesidad de equipos dedicados. www.netacad.com
ENSP	El Enterprise Network Simulation Platform (eNSP) es una plataforma de simulación de red gráfica, ampliable y gratuita desarrollada por Huawei. Al simular los routers y switches empresariales de Huawei, muestra escenarios de implementación de dispositivos. Los usuarios pueden realizar pruebas y aprender tecnologías de red sin usar dispositivos reales. https://forum.huawei.com/enterprise/es/
GNS3	GNS3 (Graphic Network Simulation o Simulación Gráfica de Redes) es un simulador gráfico de red que permite diseñar topologías de red complejas y poner en marcha simulaciones sobre ellos. Con GNS3 los usuarios tendrán la posibilidad de poder escoger cada uno de los elementos que llegarán a formar parte de una red informática. https://gns3.com/software
Wireshark	Es un analizador de protocolos de red más utilizado del mundo. Permite ver lo que está sucediendo en una red a un nivel microscópico y es el estándar de facto (y a menudo de jure) en muchas empresas comerciales y sin fines de lucro, agencias gubernamentales e instituciones educativas. Es software libre que se descarga de la página oficial. www.wireshark.org
Cliente Putty	Es un cliente SSH y telnet, es un software de código abierto que está disponible con código fuente y es desarrollado y apoyado por un grupo de voluntarios. Se puede descargar directamente de la página web. www.putty.org
Filezilla	Es un software de código abierto distribuido de forma gratuita bajo los términos de la Licencia Pública General GNU. Se utilizan dos versiones de FileZilla, Client que admite FTP, y también FTP sobre TLS (FTPS) y SFTP y Server que es un servidor FTP y FTPS. https://filezilla-project.org/
Tftpd64	Tftpd64 es una aplicación gratuita, liviana y de código abierto lista para IPv6 que incluye servidores DHCP, TFTP, DNS, SNTP y Syslog, así como un cliente TFTP. https://pjo2.github.io/tftpd64/

Herramienta de software	Descripción
NMAP	Nmap ("Network Mapper") es una utilidad (licencia) gratuita y de código abierto para el descubrimiento de redes y la auditoría de seguridad. Muchos administradores de sistemas y redes también lo encuentran útil para tareas como el inventario de la red, la gestión de programas de actualización del servicio y la supervisión del tiempo de actividad del host o del servicio. Además del ejecutable clásico de línea de comandos Nmap, la suite Nmap incluye una GUI avanzada y un visor de resultados (Zenmap). https://nmap.org
PowerSNMP Free Manager	Una aplicación de gestión SNMP gratuita para consultar y supervisar el valor de las variables del agente SNMP, supervisión de TRAPS, permite realizar prueba de conectividad PING a los hosts de la red y configurar alertas con notificaciones por correo electrónico. Para tareas de gestión de ligeras a moderadas. www.dart.com/pages/powersnmp-free-manager
PRTG Monitor	Es una solución de supervisión integral, una interfaz intuitiva fácil de usar y un motor de supervisión de última generación. Se adapta a redes de cualquier tamaño. Todo esto viene en una licencia. PRTG asegura la disponibilidad de los componentes de red y mide el tráfico y el uso. www.paessler.com/prtg
Network Olympus: Monitoring	Es un sistema integral para monitorizar dispositivos de red sin necesidad real de agentes que interactúa con administradores de redes y conserva el impecable rendimiento de toda la red y sus componentes individuales. Compatible con una gran variedad de protocolos, dispone de una gran variedad de monitores y de escenarios programables con múltiples opciones de personalización. www.network-olympus.com/es/monitoring
Acrylic Wi-Fi	Es una completa suite de programas de análisis WiFi para realizar análisis de cobertura y seguridad WiFi, estudiar redes de comunicaciones WiFi en un tiempo muy reducido y mapear todos los dispositivos al alcance. https://www.acrylicwifi.com/
Inssider	Permite conocer hasta el más mínimo detalle sobre la propia red wifi y el entorno mostrándo toda la información disponible sobre las redes que de alrededor. Se puede obtener la siguiente información sobre las redes que se encuentren al alcance: Dirección MAC, SSID, Canal, RSSI, Fuerza e intensidad de la señal. https://www.metageek.com/

Herramienta de software	Descripción
FFMPEG	FFmpeg es líder en decodificar, codificar, transcodificar, mux, demux, transmitir, filtrar y reproducir prácticamente cualquier cosa que los humanos y las máquinas hayan creado. Es compatible con los formatos antiguos más oscuros hasta la vanguardia. También es altamente portátil. https://ffmpeg.org
NAWS	Sencillo servidor web, que prescinde de base de datos o lenguajes como PHP o Perl, pero, sin embargo, ofrece un sencillísimo servidor web listo para utilizar y totalmente configurable. https://www.portablefreeware.com/index.php?id=1013
Virtual Box	VirtualBox es una aplicación que sirve para hacer máquinas virtuales con instalaciones de sistemas operativos. Si se tiene un ordenador con Windows, GNU/Linux o incluso macOS, se puede crear una máquina virtual con cualquier otro sistema operativo para utilizarlo dentro del que estés usando. https://www.virtualbox.org/
XAMPP	Incorpora un servidor Apache, un sistema gestor de bases de datos MySQL y lenguajes como PHP y Perl. Además, ofrece soporte para gestionar cuentas FTP, acceso a bases de datos mediante PHPMYAdmin, bases de datos SQLite y varias otras características. También incluye un servidor de correos Mercury para el envío de emails, un servidor Tomcat para servlets JSP, y un servidor FTP FileZilla. https://www.apachefriends.org/es/

Apéndice F. Inventario de plataformas y aplicaciones educativas

Herramienta	Descripción
Microsoft 365	Es la herramienta creada por Microsoft que permite crear, acceder y compartir documentos online entre distintos usuarios en Word, Excel, PowerPoint y OneNote, entre otros. Para ello, solo se necesita tener acceso a internet y disponer del programa OneDrive. https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/what-is-microsoft-365
TEAMS	Es una plataforma basada en la nube cuyo principal objetivo es la colaboración en equipo. TEAMS pertenece a la suite de productos de Microsoft. Su principal función es ser una herramienta de mensajería empresarial que permite la comunicación y la colaboración en tiempo real. https://www.microsoft.com/es-co/microsoft-TEAMS/collaboration
SharePoint	Es una plataforma de moderna y segura donde pueden almacenar, organizar y compartir información y acceder a ella con la interacción de tu equipo de trabajo de manera sincronizada. https://support.microsoft.com/es-es/office/%C2%BFqu%C3%A9-es-sharepoint-97b915e6-651b-43b2-827d-fb25777f446f
Zoom	Plataforma de comunicaciones unificadas centrada en la tecnología de vídeo innovadora, fiable y sencilla, ofrece reuniones con vídeo, voz, seminarios web y chat en ordenadores, teléfonos y dispositivos móviles. https://zoom.us/es-es/about.html
Google class	Es un servicio web educativo gratuito desarrollado por Google. Forma parte del paquete de G Suite for Education, que incluye Documentos de Google, Gmail y Google Calendar. https://edu.google.com/intl/es-419/products/workspace-for-education/education-fundamentals/
Moodle	Moodle es una plataforma de aprendizaje diseñada para proporcionar a educadores, administradores y estudiantes un sistema integrado único, robusto y seguro para crear ambientes de aprendizaje personalizados. https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle

Apéndice G. Fuentes de información para el contenido SDN*Libros electrónicos*

Título	Autor (es)	Año
Software-Defined Networks: A Systems Approach	Peterson, Cascone, O'Connor, Vachuska, and Davie (ONF)	2020
Software-Defined Networking (SDN) with OpenStack	Sriram Subramanian Sreenivas Voruganti	2016
Learning OpenDaylight	Reza Toghraee	2017
Virtualized Software-defined Networks and Services	Qiang Duan Mehmet Toy	2016
Software Defined Networks: A Comprehensive Approach	Paul Goransson Chuck Black	2014
Software Defined Networks	Vinod Mishra	2019
Software Defined Networking with OpenFlow	Siamak Azodolmolky	2013
Software Networks: Virtualization, SDN, 5G and Security	Guy Pujolle	2015
Network Function Virtualization : Concepts and Applicability in 5G Networks	Ying Zhang	2018
Cloud Computing and Virtualization	Dac-Nhuong Le, Raghvendra Kumar, Gia Nhu Nguyen, and Jyotir Moy Chatterjee	2018
Getting Started with Oracle VM VirtualBox	Pradyumna Dash	2010
Virtualization Essentials	Matthew Portnoy	2016
The Role of SDN in Broadband Networks	Hassan Habibi Gharakheili	2017
SDN and NFV Security	Rahamatullah Khondoker	2018
Network Function virtualization	Ken Gray Thomas Nadeau	2016
Professional XEN Virtualization	William von Hagen	2008

Documentos de estandarización

Organización	Documento	Descripción
ONF	SDN Architecture – A Primer	Presenta el modelo básico, características clave, la arquitectura y un énfasis en el controlador de las SDN.
	Software-Defined Networking: The New Norm for Networks	Es un White paper que presentaba la necesidad de una nueva arquitectura de red, limitaciones de las arquitecturas tradicionales y una introducción a SDN y Openflow destacando sus beneficios.
	OpenFlow® Conformance Test Program – Whitepaper	Documento White paper que presentaba las especificaciones de Openflow versión 1.0.1, los dispositivos compatibles, pruebas de laboratorio y la oja de ruta para desarrollo futuro.
IETF	RFC7149	Tiene como objetivo aclarar el panorama SDN proporcionando una perspectiva sobre los requerimientos, características y otras consideraciones acerca de SDN, visto desde el punto de vista interno de un proveedor de servicios. Además, proporciona una perspectiva sobre la taxonomía funcional de las técnicas que pueden ser utilizadas en SDN.
	RFC7426	Aborda uno de los aspectos del trabajo de la SDNRG (Software-Defined Networking Research Group) titulado “Encuestas de enfoques y taxonomías SDN”, fomentando una mejor comprensión de las tecnologías SDN prominentes en una tecnología imparcial y de manera independiente del negocio.
	RFC8456	Este documento define metodologías para la evaluación comparativa del rendimiento del plano de control de los controladores de redes definidas por software (SDN). También proporciona un método para medir el desempeño de todas implementaciones de controlador.
UIT	JCA-SDN - LS 5: LS/o on SDN standardization activity roadmap	Presenta información sobre las diversas actividades de normalización que se están llevando a cabo en todo el mundo en SDN (incluida la virtualización de funciones de red, virtualización de redes, redes programables y redes como servicio)

Artículos científicos

Título	Descripción	Año
Diseño de una guía teórica y práctica sobre redes definidas por software (SDN) para la Universidad Santiago de Cali	Los programas de Ingeniería de la Universidad Santiago de Cali no cuentan en sus currículos con temáticas donde se estudien las SDN, por lo tanto, se desarrolla una guía teórico-práctica sobre redes definidas por software que sirva como base para las futuras prácticas que se efectúen.	2019
Las Redes Definidas por Software y los Desarrollos Sobre Esta Temática en la Escuela Politécnica Nacional.	Este artículo aborda dos aspectos principales. El primero pretende introducir los conceptos fundamentales de las Redes Definidas por Software (SDN) y sus ventajas, y el segundo punto importante, se describen los desarrollos en el campo de las SDN realizados por el grupo de trabajo en SDN de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador.	2016
Comparativa entre red tradicional y red definida por software: Caso de estudio ESPAM MFL	Este proyecto tuvo por objeto comparar el paradigma de red tradicional con el modelo SDN en una red de área local, para determinar la aplicabilidad de las redes definidas por software en el entorno analizado.	2019
Redes de datos definidas por software - SDN, arquitectura, componentes y funcionamiento	El objetivo de este artículo es explicar de la manera más clara posible lo que es SDN, su arquitectura, componentes y funcionamiento. Para realizar la explicación del concepto, se propone usar una topología tipo de una red convencional describiendo su comportamiento, para después sobre la misma topología explicar lo que sucedería bajo el nuevo paradigma.	2018
Conceptualización de SDN y NFV	Este documento pretende clarificar en los lectores los conceptos de SDN y NVE, términos que a menudo se confunden. Para la conceptualización de estos dos términos, se han planteado tres preguntas directrices: ¿Qué significan SDN y NFV? ¿Por qué son necesarios SDN y NFV? y ¿Qué ventajas ofrecerían SDN y NFV para las redes de datos?	2016
Beneficios de las Redes Definidas por Software y el Protocolo Openflow	Este trabajo parte de un contexto general que explica los conceptos básicos relacionados con las redes definidas por software, los tipos de controladores, capas e interfaces que maneja. Posteriormente, se determinan las ventajas de las SDN sobre las redes, se determina la	2019

Título	Descripción	Año
	virtualización y se identifica el uso del protocolo Openflow en Redes Programables.	
SDN and Mininet: Some Basic Concepts	Mininet es una manera eficaz y eficiente de emular y estudiar SDN. Este artículo presenta un estudio de redes programables con conceptos básicos de Mininet.	2015
SDN concept: From theory to network implementation	Dos tendencias generales están afectando y transformando profundamente las redes. La virtualización (computación, almacenamiento) que ha revolucionado la forma en que se consumen los recursos de TI (bajo demanda, independientemente de la ubicación). La segunda tendencia es la transformación de la nube. Cada vez hay más aplicaciones soportadas en nubes de uso general que se construyen utilizando infraestructura virtualizada.	2014
A survey on software defined networking with multiple controllers	Este artículo examina las últimas investigaciones sobre múltiples controladores de SDN. Los beneficios y desafíos de múltiples controladores se discuten después de dar una descripción general de SDN y OpenFlow.	2018
A Survey on Software Defined Networking: Architecture for Next Generation Network	El documento cubre la evolución histórica en relación con SDN, la arquitectura funcional de SDN y sus tecnologías relacionadas, y los estándares / protocolos OpenFlow, incluido el concepto básico de interfaz de OpenFlow con elementos de red (NE) como conmutadores ópticos.	2017
Software-defined networking (SDN): a survey	En este documento, se arroja luz sobre los problemas relacionados con SDN y se da una idea de los desafíos que enfrenta el futuro de este modelo de red revolucionario, tanto desde la perspectiva del protocolo como de la arquitectura.	2016
Software Defined Networking concepts and challenges	En este artículo, se presentan los conceptos y aplicaciones de SDN con un enfoque en los desafíos de la investigación abierta en esta nueva tecnología.	2016

Portales web

Sitio	Descripción
SDX Central	Pública contenido relevante, oportuno y confiable que evoluciona de manera proactiva con las necesidades del mercado. Con representación de las empresas más influyentes del mundo. https://www.sdxcentral.com/
Cisco	Página web que exalta los beneficios de las SDN y su aplicabilidad. Las SDN ofrecen opciones de automatización y capacidad de programación a los centros de datos, campus y redes de área amplia de cara al desarrollo de redes basadas en intención. https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/software-defined-networking/overview.html?dtid=osscdc000283
ITU	El trabajo de normalización de las SDN del UIT-T comenzó durante el período de estudio 2009-2012 en la Comisión de Estudio 13 del UIT-T (Redes futuras incluyendo computación en la nube, las redes móviles y las de la próxima generación), y el período de estudio 2013-2016 comenzó con un marcado énfasis en las SDN como respuesta a la directiva lanzada por la AMNT-12. La Comisión de Estudio 11 del UIT-T (Requisitos, protocolos y especificaciones de pruebas de señalización) tiene por objetivo desarrollar requisitos y protocolos de señalización para las SDN, trabajo que concuerda con los requisitos funcionales y las arquitecturas desarrolladas por la CE13. https://www.itu.int/es/ITU-T/sdn/Pages/default.aspx
ONF	Muestra todo el trabajo relacionado para el impulso de la transformación de la infraestructura de red y los modelos comerciales de los operadores a través de la investigación aplicada, el desarrollo, la promoción y la educación. https://opennetworking.org/