

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

### CARRERA DE SOFTWARE

IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO “PORTAFOLIO DOCENTES” EN LA PLATAFORMA  
MÓVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE A TRAVÉS DEL MARCO DE TRABAJO  
SCRUM Y LA NORMA ISO/IEC 25022.

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero de Software presentado ante la  
ilustre Universidad Técnica del Norte.

**Autor:**

Franklin Leandro Enríquez Rosero

**Director:**

Ing. José Antonio Quiña Mera, Ph.D.

**Ibarra, 2025**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0402086862		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	ENRIQUEZ ROSERO FRANKLIN LEANDRO		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Simón Bolívar y Eusebio Borrero		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:flenriquezr@unt.edu.ec">flenriquezr@unt.edu.ec</a> / franklinenriquez91@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0998916998

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO "PORTAFOLIO DOCENTES" EN LA PLATAFORMA MÓVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE A TRAVÉS DEL MARCO DE TRABAJO SCRUM Y LA NORMA ISO/IEC 25022.
<b>AUTOR (ES):</b>	ENRIQUEZ ROSERO FRANKLIN LEANDRO
<b>FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA</b>	13/05/2025
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERO DE SOFTWARE
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. QUIÑA MERA JOSÉ ANTONIO, Ph.D.

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de mayo de 2025

**EL AUTOR:**



.....

Nombre: Franklin Leandro Enriquez Rosero

CI: 0402086862



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Certifico que el trabajo de grado “IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO “PORTAFOLIO DOCENTES” EN LA PLATAFORMA MÓVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE A TRAVÉS DEL MARCO DE TRABAJO SCRUM Y LA NORMA ISO/IEC 25022”, ha desarrollado en su totalidad por el señor: Franklin Leandro Enríquez Rosero, portador de la cédula de identidad número 0402086862.

---

Ing. Quiña Mera José Antonio, Ph.D.

Director de Trabajo de Grado

## **DEDICATORIA**

A mi querida madre, Piedad Rosero, el pilar fundamental para lograr los objetivos que Dios ha puesto en mi camino. Ella, con esfuerzo, sacrificio y amor, nos permitió a mis hermanas y a mí encaminar nuestras vidas hacia un futuro lleno de posibilidades. Los valores que nos inculcó son nuestra verdadera fortaleza, incluso más allá de un título profesional. Le doy gracias a Dios por el privilegio de tener una madre como la mía, que ha sido siempre mi mayor impulso y aliento en todo momento para lograr este importante paso en mi vida.

A mi hermana, Wendy Enríquez, una mujer fuerte y bondadosa, cuyo apoyo incondicional fueron fundamentales para este camino. Su ayuda me brindó la paz y la tranquilidad necesaria para llevar una vida universitaria enfocada, permitiéndome alcanzar una formación oportuna y de calidad.

Dedico este logro a ustedes quienes, con fe, ánimo y compañía, fueron parte de esta importante etapa en mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios, donde su poder se ha manifestado a través de cada familiar, amigo y persona que puso en mi camino como un apoyo en diferentes formas.

A mi madre, por darme la oportunidad de alcanzar cada uno de los objetivos que me he planteado en la vida. Su dedicación, amor y esfuerzo constante me formaron principalmente como un hombre de bien y preparado para afrontar la vida con fuerza y convicción. Gracias a ella aprendí que el verdadero éxito comienza en el corazón y se construye con valores.

A mi tutor de tesis, Antonio Quiña, por brindarme la oportunidad de demostrar mis principios, dedicación y conocimientos en un proyecto trascendental para nuestra instrucción. Su orientación, apoyo constante y consejos fueron fundamentales para culminar con satisfacción no solo un trabajo académico, sino también un proyecto de vida.

Finalmente, agradezco a la Universidad Técnica del Norte por brindarme una formación oportuna y de calidad. Este ha sido un espacio donde se cultivan principios sólidos y se potencia el talento. Extiendo mi gratitud a los docentes de la carrera de Ingeniería en Software, quienes aportaron en mi formación profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<i>Planteamiento del problema .....</i>	<i>1</i>
OBJETIVOS.....	2
<i>Objetivo General.....</i>	<i>2</i>
<i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>2</i>
ALCANCE.....	2
METODOLOGÍA .....	5
<i>Revisión de alcance .....</i>	<i>5</i>
<i>Metodología ágil con Scrum.....</i>	<i>5</i>
<i>Evaluación con la norma ISO/IEC 25022 .....</i>	<i>6</i>
JUSTIFICACIÓN.....	7
JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA.....	7
JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	7
CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
<b>I MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
1.1. SISTEMA INFORMÁTICO INTEGRADO UNIVERSITARIO (SIU).....	10
1.1.1 <i>Portafolio Docentes .....</i>	<i>10</i>
1.1.2 <i>Personal docente en cifras.....</i>	<i>10</i>
1.2. APLICACIONES MÓVILES .....	11
1.2.1 <i>El servicio “Portafolio Docentes” en dispositivos móviles .....</i>	<i>11</i>
1.2.2 <i>Las aplicaciones móviles en la educación superior.....</i>	<i>12</i>
1.2.3 <i>Aplicaciones móviles de gestión académica.....</i>	<i>12</i>
1.2.4 <i>Impacto de las plataformas m-LMS en la educación superior. ....</i>	<i>13</i>
1.2.5 <i>Aplicaciones móviles multiplataforma .....</i>	<i>13</i>
1.2.6 <i>Tipos de aplicaciones móviles.....</i>	<i>14</i>
1.3. ARQUITECTURA ORIENTADA A MICROSERVICIOS .....	14
1.3.1 <i>Arquitectura limpia.....</i>	<i>15</i>
1.3.2 <i>Ventajas de la arquitectura microservicios frente a la monolítica.....</i>	<i>15</i>
1.3.3 <i>El paradigma API REST.....</i>	<i>16</i>
1.3.4 <i>Experimento de lenguajes de programación. ....</i>	<i>17</i>
1.4. FRAMEWORK MULTIPLATAFORMA: FLUTTER .....	18
1.4.1 <i>Dart.....</i>	<i>19</i>

1.4.2.	<i>Widgets</i> .....	19
1.4.3.	<i>Arquitectura de Flutter</i> .....	20
1.5.	BASE DE DATOS ORACLE.....	21
1.5.1.	<i>Oracle APEX</i> .....	21
1.5.1.1.	<i>APEX en la educación superior</i> .....	22
1.6.	HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.....	22
1.6.1.	<i>Node.js</i> .....	22
1.6.2.	<i>Framework NestJS</i> .....	23
1.6.2.1.	<i>Controladores</i> .....	23
1.6.2.2.	<i>Proveedores</i> .....	24
1.6.2.3.	<i>Módulos</i> .....	24
1.6.2.4.	<i>Middleware</i> .....	24
1.6.3.	<i>TypeScript</i> .....	24
1.7.	MÉTODO DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	25
1.7.1.	<i>Ágil</i> .....	25
1.7.1.1.	<i>Framework Scrum</i> .....	25
1.7.1.1.1.	<i>Roles</i> .....	26
1.7.1.1.2.	<i>Artefactos</i> .....	27
1.7.1.1.3.	<i>Eventos</i> .....	28
1.8.	CALIDAD DE USO DEL SOFTWARE.....	29
1.8.1.	<i>Familia de la norma ISO 25000</i> .....	29
1.8.2.	<i>Modelo de calidad ISO/IEC 25010</i> .....	30
1.8.3.	<i>La norma ISO/IEC 25010 y las aplicaciones de gestión académica</i> .....	30
1.8.4.	<i>Norma ISO 25022</i> .....	30
1.8.5.	<i>El impacto de evaluar la calidad del software con la ISO/IEC 25022</i> .....	31
1.9.	TRABAJOS RELACIONADOS.....	31
	RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	33
<b>II</b>	<b>DESARROLLO</b> .....	<b>36</b>
2.1.	ETAPA DE PRE-JUEGO.....	36
2.1.1.	<i>Definición del equipo Scrum</i> .....	36
2.1.2.	<i>Levantamiento de requisitos</i> .....	37
2.1.2.1.	<i>Historias de usuario</i> .....	38
2.2.	ETAPA DE JUEGO.....	49

2.2.1.	<i>Sprint 0</i> .....	49
2.2.1.1.	<i>Definición de la arquitectura microservicios</i> .....	49
2.2.1.2.	<i>Acceso al entorno de desarrollo APEX</i> .....	50
2.2.1.3.	<i>Definición de la estructura del proyecto Backend</i> .....	51
2.2.1.4.	<i>Definición la estructura del proyecto Frontend</i> .....	53
2.2.2.	<i>Sprint 1</i> .....	56
2.2.2.1.	<i>Planificación Sprint 1</i> .....	56
2.2.2.2.	<i>Incremento Sprint 1</i> .....	57
2.2.2.3.	<i>Revisión Sprint 1</i> .....	60
2.2.2.4.	<i>Retrospectiva Sprint 1</i> .....	61
2.2.3.	<i>Sprint 2</i> .....	62
2.2.3.1.	<i>Planificación Sprint 2</i> .....	62
2.2.3.2.	<i>Incrementos Sprint 2</i> .....	63
2.2.3.3.	<i>Revisión Sprint 2</i> .....	67
2.2.3.4.	<i>Retrospectiva Sprint 2</i> .....	69
2.2.4.	<i>Sprint 3</i> .....	69
2.2.4.1.	<i>Planificación Sprint 3</i> .....	69
2.2.4.2.	<i>Incrementos Sprint 3</i> .....	70
2.2.4.3.	<i>Revisión Sprint 3</i> .....	73
2.2.4.4.	<i>Retrospectiva Sprint 3</i> .....	75
2.2.5.	<i>Sprint 4</i> .....	75
2.2.5.1.	<i>Planificación Sprint 4</i> .....	75
2.2.5.2.	<i>Incrementos Sprint 4</i> .....	76
2.2.5.3.	<i>Revisión Sprint 4</i> .....	80
2.2.5.4.	<i>Retrospectiva Sprint 4</i> .....	81
2.3.	ETAPA DE POST-JUEGO .....	82
<b>III VALIDACIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>83</b>
3.1.	DEFINICIÓN DEL MODELO DE CALIDAD DE USO .....	83
3.2.	MEDICIÓN EN CALIDAD DE USO.....	84
2.3.1.	<i>Muestra Poblacional</i> .....	84
2.3.2.	<i>Taller Práctico</i> .....	84
2.3.3.	<i>Encuesta SUS</i> .....	86
2.3.4.	<i>Fiabilidad del taller práctico</i> .....	88

2.3.5.	<i>Fiabilidad de la encuesta SUS</i> .....	88
3.3.	EVALUACIÓN DEL MODELO CALIDAD DE USO .....	89
3.3.1.	<i>Eficacia</i> .....	89
3.3.2.	<i>Eficiencia</i> .....	90
3.3.3.	<i>Satisfacción</i> .....	90
3.4.	RESULTADOS DEL MODELO CALIDAD DE USO .....	93
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>95</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>96</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>97</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>105</b>
	ANEXO A. FOTOGRAFÍAS DEL TALLER PRÁCTICO Y ENCUESTAS SUS .....	105
	ANEXO B. TALLER PRÁCTICO PARA EVALUAR LA APLICACIÓN MÓVIL .....	106
	ANEXO C. RESULTADOS DEL TALLER PRÁCTICO .....	107
	ANEXO D. RESULTADOS DE LA ENCUESTA SUS .....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Árbol de Problemas</i> .....	1
Figura 2 <i>Arquitectura de la aplicación móvil</i> .....	4
Figura 3 <i>Diagrama Metodológico</i> .....	6
Figura 4 <i>Tipos de aplicaciones móviles</i> .....	14
Figura 5 <i>Arquitectura limpia</i> .....	15
Figura 6 <i>Resultados tecnológicos comparativos</i> .....	18
Figura 7 <i>Arquitectura de Flutter</i> .....	20
Figura 8 <i>Desarrollo de Scrum</i> .....	26
Figura 9 <i>Esquema de la familia ISO/IEC 25000</i> .....	29
Figura 10 <i>Fases de desarrollo con Scrum</i> .....	36
Figura 11 <i>Arquitectura Microservicios</i> .....	50
Figura 12 <i>Estructura Backend</i> .....	51
Figura 13 <i>Estructura Proyecto Flutter</i> .....	54
Figura 14 <i>Perfil Docente con datos generales</i> .....	57
Figura 15 <i>Datos generales con credenciales</i> .....	57
Figura 16 <i>Distributivo académico</i> .....	58
Figura 17 <i>Distributivo complementario</i> .....	59
Figura 18 <i>Horario Docente</i> .....	59
Figura 19 <i>Calendario General</i> .....	60
Figura 20 <i>Registro Académico</i> .....	63
Figura 21 <i>Obtener el registro de asistencia</i> .....	64
Figura 22 <i>Obtener el registro de avance</i> .....	64
Figura 23 <i>Calendario de asistencias</i> .....	65
Figura 24 <i>Reporte de notas</i> .....	65
Figura 25 <i>Lista de estudiantes</i> .....	66
Figura 26 <i>Lista de avances registrados</i> .....	66

Figura 27 <i>Lista de asistencias registradas</i> .....	67
Figura 28 <i>Aula Virtual</i> .....	70
Figura 29 <i>Lista de actividades</i> .....	71
Figura 30 <i>Formulario de la actividad sección 1</i> .....	72
Figura 31 <i>Formulario de la actividad sección 2</i> .....	72
Figura 32 <i>Selección de tipo de adjunto</i> .....	73
Figura 33 <i>Calificar actividad</i> .....	76
Figura 34 <i>Registro de calificación individual</i> .....	77
Figura 35 <i>Detalles de la actividad del estudiante</i> .....	77
Figura 36 <i>Lista de recursos académicos</i> .....	78
Figura 37 <i>Registro de notas</i> .....	78
Figura 38 <i>Detalle de notas del estudiante sección 1</i> .....	79
Figura 39 <i>Lista de actividades calificadas</i> .....	79
Figura 40 <i>Detalles de la calificación de una actividad</i> .....	80
Figura 41 <i>Alfa de Cronbach encuesta SUS</i> .....	88
Figura 42 <i>Rango de Resultados de Calidad de Uso</i> .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Trabajos Relacionados</i> .....	8
Tabla 2 <i>Lenguajes y frameworks experimentales</i> .....	17
Tabla 3 <i>Integrantes de equipo Scrum</i> .....	37
Tabla 4 <i>Planificación General de Sprints</i> .....	37
Tabla 5 <i>Historia de Usuario 1</i> .....	38
Tabla 6 <i>Historia de Usuario 2</i> .....	38
Tabla 7 <i>Historia de Usuario 3</i> .....	39
Tabla 8 <i>Historia de Usuario 4</i> .....	39
Tabla 9 <i>Historia de Usuario 5</i> .....	40
Tabla 10 <i>Historia de Usuario 6.1</i> .....	40
Tabla 11 <i>Historia de Usuario 6.2</i> .....	41
Tabla 12 <i>Historia de Usuario 7.1</i> .....	41
Tabla 13 <i>Historia de Usuario 7.2</i> .....	42
Tabla 14 <i>Historia de Usuario 8</i> .....	42
Tabla 15 <i>Historia de Usuario 9</i> .....	43
Tabla 16 <i>Historia de Usuario 10</i> .....	43
Tabla 17 <i>Historia de Usuario 11</i> .....	43
Tabla 18 <i>Historia de Usuario 12</i> .....	44
Tabla 19 <i>Historia de Usuario 13</i> .....	44
Tabla 20 <i>Historia de Usuario 14</i> .....	45
Tabla 21 <i>Historia de Usuario 15.1</i> .....	45
Tabla 22 <i>Historia de Usuario 15.2</i> .....	46
Tabla 23 <i>Historia de Usuario 16</i> .....	46
Tabla 24 <i>Historia de Usuario 17</i> .....	46

Tabla 25 <i>Historia de Usuario 18</i> .....	47
Tabla 26 <i>Historia de Usuario 19</i> .....	47
Tabla 27 <i>Product Backlog</i> .....	48
Tabla 28 <i>Sprint Backlog 1</i> .....	56
Tabla 29 <i>Revisión de éxito por historia de usuario</i> .....	60
Tabla 30 <i>Sprint Backlog 2</i> .....	62
Tabla 31 <i>Revisión de los criterios de aceptación para el sprint 2</i> .....	67
Tabla 32 <i>Product Backlog del Sprint 3</i> .....	70
Tabla 33 <i>Revisión de los criterios de aceptación del Sprint 3</i> .....	73
Tabla 34 <i>Sprint backlog 4</i> .....	75
Tabla 35 <i>Revisión de los criterios de aceptación del Sprint 4</i> .....	80
Tabla 36 <i>Modelo de Calidad de Uso</i> .....	83
Tabla 37 <i>Diseño del taller práctico</i> .....	85
Tabla 38 <i>Preguntas modelo SUS</i> .....	86
Tabla 39 <i>Peso de Respuestas Encuesta SUS</i> .....	91
Tabla 40 <i>Resultados de la Encuesta para la Utilidad</i> .....	91
Tabla 41 <i>Resultado de la Encuesta para la Comodidad</i> .....	92
Tabla 42 <i>Resultados Calidad de Uso</i> .....	94

## RESUMEN

En la actualidad, las plataformas móviles han transformado la manera en que se accede a los servicios académicos digitales, convirtiéndose en herramientas esenciales para mejorar la experiencia del usuario. En este escenario, la Universidad Técnica del Norte contaba con el servicio “Portafolio Docentes” implementado únicamente en una plataforma web desarrollada desde hace 12 años en Oracle APEX, lo que limitaba su accesibilidad y usabilidad desde dispositivos móviles. Lo cual, dificultaba a los docentes gestionar eficientemente sus actividades académicas, reduciendo su nivel de satisfacción con el sistema.

Ante esta necesidad, el presente proyecto tuvo como objetivo desarrollar una adaptación móvil del servicio “Portafolio Docentes”, empleando el framework Flutter para asegurar compatibilidad multiplataforma y una arquitectura basada en microservicios para mejorar la escalabilidad y el mantenimiento. El desarrollo se llevó a cabo mediante la metodología ágil SCRUM, permitiendo entregas iterativas y adaptaciones continuas según los requerimientos del usuario.

La calidad del sistema fue evaluada conforme a la norma ISO/IEC 25022, enfocándose en las métricas de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario. Los resultados evidencian que la aplicación móvil mejora en gran medida la experiencia docente, al integrar funcionalidades clave como el registro de actividades, seguimiento del avance académico, control de asistencia, y la emisión de calificaciones. La aplicación móvil alcanzó niveles satisfactorios en cuanto a calidad de uso, consolidándose como una herramienta funcional, accesible y alineada con los objetivos institucionales orientados al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de la Universidad Técnica del Norte.

**Palabras clave:** plataformas móviles, experiencia de usuario, Flutter, arquitectura de microservicios, Scrum, ISO/IEC 25022, usabilidad, Portafolio Docentes.

## ABSTRACT

Nowadays, mobile platforms have transformed the way users access digital academic services, becoming essential tools to enhance user experience. In this context, the Universidad Técnica del Norte had the “Portafolio Docentes” service implemented solely on a web platform developed over 12 years ago using Oracle APEX, which limited its accessibility and usability on mobile devices. This situation hindered instructors from efficiently managing their academic activities, thereby reducing their satisfaction with the system.

To address this need, the present project aimed to develop a mobile adaptation of the “Portafolio Docentes” service, using the Flutter framework to ensure cross-platform compatibility and a microservices-based architecture to enhance scalability and maintainability. The development process followed the agile SCRUM methodology, allowing iterative deliveries and continuous adaptation to user requirements.

The system’s quality was evaluated in accordance with the ISO/IEC 25022 standard, focusing on the metrics of effectiveness, efficiency, and user satisfaction. The results show that the mobile application significantly improves the teaching experience by integrating key functionalities such as activity registration, academic progress tracking, attendance control, and grade submission. The mobile app achieved satisfactory levels in terms of quality in use, positioning itself as a functional and accessible tool aligned with the institutional objectives aimed at strengthening the technological capabilities of the Universidad Técnica del Norte.

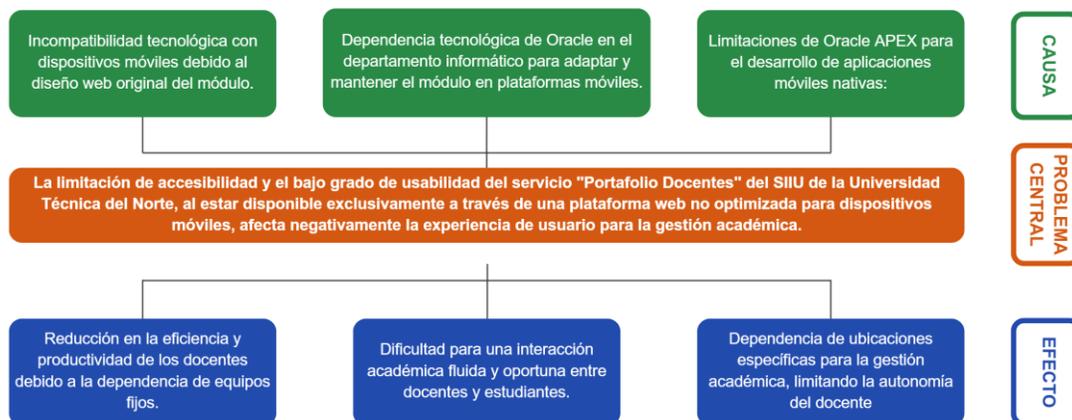
**Keywords:** mobile platforms, user experience, Flutter, microservices architecture, Scrum, ISO/IEC 25022, usability, Teachers’ Portfolio.

# INTRODUCCIÓN

## Planteamiento del problema

La transformación digital y el uso de dispositivos móviles para gestión académica se consideran indispensables en la Educación Superior, tanto a nivel internacional [1] como local [2]. Esta perspectiva se alinea con el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional de la Universidad Técnica del Norte (UTN) para el 2025, donde se establece entre sus objetivos el fortalecimiento de las capacidades institucionales (OEI 4) mediante el desarrollo de aplicaciones móviles [3]. En la actualidad, el servicio “Portafolio Docentes” del Sistema Informático Integrado Universitario (SIIU) de la institución se encuentra optimizado exclusivamente para plataformas web bajo la tecnología de Oracle APEX, tal como se muestra en la Figura 1. En este contexto, se destacan los resultados de la encuesta realizada en 2024 por Víctor Pule, sobre la experiencia de los docentes al utilizar el aplicativo web desde sus dispositivos móviles. Los resultados evidenciaron problemas de usabilidad debido a la falta de adaptación a pantallas móviles, lo que dificultó la gestión académica. Frente a esta problemática, se desarrolló un aplicativo móvil que integra las funcionalidades principales de la aplicación actual docente para mejorar su usabilidad y accesibilidad.

**Figura 1** *Árbol de Problemas*



Fuente: Propia

## Objetivos

### Objetivo General

Implementar el servicio “Portafolio Docentes” en la plataforma móvil de la Universidad Técnica del Norte a través del marco de trabajo SCRUM y la norma ISO/IEC 25022.

### Objetivos Específicos

1. Establecer un marco conceptual para el estudio del desarrollo del servicio “Portafolio Docentes” en una aplicación móvil.
2. Implementar una aplicación móvil para el “Portafolio Docentes” a través del marco de trabajo SCRUM.
3. Evaluar la calidad de uso de la aplicación móvil para el servicio “Portafolio Docentes” con la norma ISO/IEC 25022.

### Alcance

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito implementar el servicio “Portafolio Docentes” para su uso en la plataforma móvil de la UTN. Este servicio permitió a los docentes de la institución acceder y gestionar la información académica desde dispositivos móviles Android y iOS.

Dentro las principales funcionalidades que conforma esta versión del aplicativo docente se encuentran:

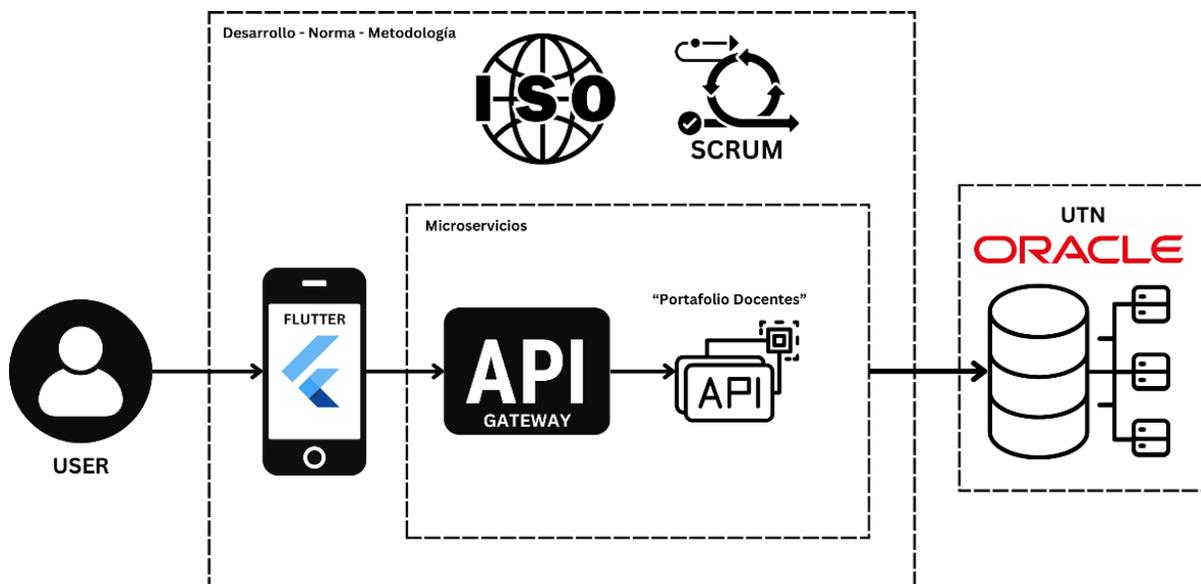
- **Calendario General:** Lista de actividades, identificadas por un estado de calificación.
- **Horario:** Los docentes pueden revisar el horario curricular académico y los complementarios.

- **Distributivo:** Es un reporte a detalle de las horas asignadas para el docente.
- **Perfil docente:** Acceso a datos generales y hoja de vida del docente, centralizando su información profesional.
- **Registro de Asistencia:** Permite el registro ágil de asistencia de los estudiantes de una materia en conjunto. Además, ofrece el acceso a la visualización de las asistencias registradas anteriormente.
- **Registro de Avance:** Permite el registro del avance de una materia y la gestión de los registros guardados con anterioridad.
- **Lista de estudiantes:** Ofrece un listado detallado de los datos informativos de los estudiantes de una materia.
- **Reporte de notas:** Se puede descargar el reporte de notas registradas desde el aula virtual y visualizar los detalles de las notas por estudiante.
- **El registro académico:** Lista de materias con el estado diario para los registros de asistencia y avance. Además de obtener el sílabo como recurso descargable por materia.
- **Gestión de actividades.** Permite la creación de actividades con o sin adjunto, la edición de una actividad creada, y la calificación de esta con una interfaz de uso fácil.
- **Registro de notas:** El docente puede enviar las notas del parcial activo y finalizado. Además, permite acceder a los detalles de las notas de los estudiantes de un parcial enviado o registrado.
- **Recursos académicos:** El docente puede obtener el recurso subido como recurso descargable.

La integración de este servicio se basó en su gran mayoría en las funcionalidades actuales de la aplicación web, originalmente desarrollada en Oracle APEX, pero ahora implementada mediante una arquitectura basada en microservicios. Para evaluar el nivel usabilidad de la aplicación móvil, se estableció el uso de la norma ISO/IEC 25022, enfocándose en las características de eficiencia, eficacia y satisfacción del usuario. De igual manera, el desarrollo y gestión del proyecto se guiaron por el marco de trabajo Scrum, garantizando un enfoque ágil y colaborativo a lo largo de su implementación.

La selección de NestJS como framework principal para el desarrollo del backend se fundamentó en un proceso de experimentación y comparación entre las tecnologías Node.js, APEX, Java y Python. Con base en este proceso, se desarrollaron APIs REST con el fin de evaluar el rendimiento y el tiempo de ejecución mediante pruebas de carga y pruebas de estrés. NestJS demostró ser la opción más eficiente y adaptable para las necesidades del proyecto. El servicio backend se integró con el framework Flutter, siguiendo los principios de la arquitectura limpia.

**Figura 2** *Arquitectura de la aplicación móvil*



*Fuente: Propia*

## **Metodología**

Para alcanzar el objetivo general de esta investigación de manera sistemática, es fundamental emplear una metodología que permita abordar cada uno de los objetivos específicos por medio de la obtención de resultados intermedios. A continuación, se describen las actividades a desarrollar en cada fase para alcanzar dichos objetivos:

### **Revisión de alcance**

La revisión de alcance, o también conocida como scoping review (SR), es una metodología de investigación utilizada para mapear sistemáticamente la base de evidencia en torno a una pregunta de investigación o un área temática en específico. Este enfoque permite no solo identificar y analizar estudios existentes, sino también sintetizar un amplio panorama de conceptos clave del estudio. [4] La importancia de esta metodología para el desarrollo del marco teórico radica en su capacidad de tener una visión integral de temas complejos o emergentes [5].

Para el contexto del software, la SR es útil para analizar enfoques y estándares como lo es Scrum y la norma ISO/IEC 25022, asegurando que se fundamente la implementación del módulo docentes de manera eficaz. Esta investigación contempla las bases de datos de artículo científicos disponibles a través de la biblioteca virtual de la Universidad Técnica del Norte (UTN). Además, la organización y filtración de los estudios recopilados se llevará a cabo mediante el gestor bibliográfico Mendeley con la finalidad de garantizar una adecuada estructuración y trazabilidad de las fuentes consultadas.

### **Metodología ágil con Scrum**

El desarrollo del servicio siguió la metodología ágil mediante el marco de trabajo Scrum, la cual permitió una comunicación efectiva entre los miembros del equipo, optimiza la documentación y facilita un control eficiente del alcance del proyecto [6]. Scrum se caracteriza

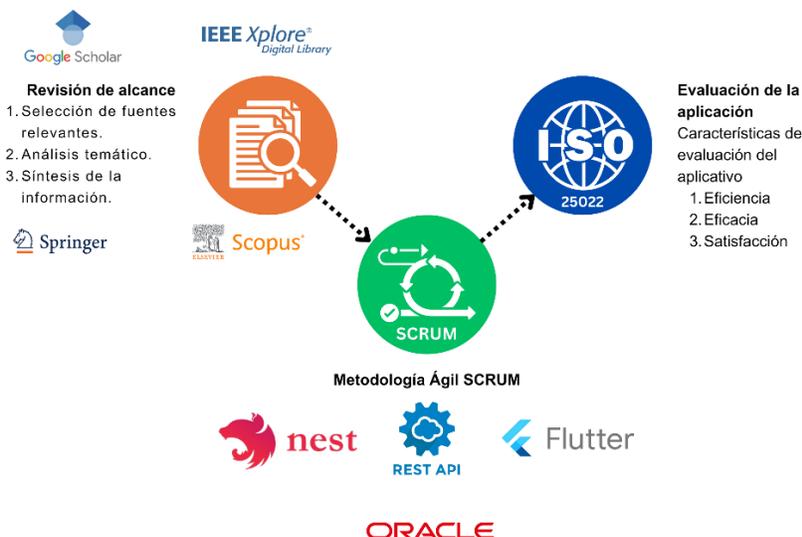
por su capacidad de adaptarse a los cambios en las necesidades del usuario, donde el valor del producto en proyectos de software. Esto se logra al maximizar la transparencia y al identificar variables no deseadas de manera temprana, especialmente en el desarrollo de aplicaciones móviles con un enfoque flexible [7].

La estructura del desarrollo de este proyecto se organizó en tres fases principales. Durante la fase de Pre-Juego se definieron los requisitos del proyecto; en la fase de Juego se llevó a cabo el desarrollo del servicio; y, finalmente, en la fase de Post-Juego, se realizó las pruebas de aceptación, con el objetivo de garantizar la calidad del producto final.

### Evaluación con la norma ISO/IEC 25022

Esta norma se define como un marco riguroso y estandarizado para la evaluación de aplicaciones móviles en términos de eficiencia, eficacia, satisfacción del usuario [8]. Esta norma busca garantizar requisitos de calidad y evaluar la interacción entre los usuarios y la aplicación [8], [9]. Este estudio utilizó encuestas y talleres prácticos para los docentes de la UTN valoren su experiencia con el módulo "Portafolio Docentes" a través de la aplicación móvil UTN.

**Figura 3** *Diagrama Metodológico*



Fuente: Propia

## **Justificación**

El presente proyecto se fundamentó en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a través del Objetivo #9: Industria, Innovación e Infraestructuras. Específicamente, se enfocó en la meta #9.1, que busca desarrollar infraestructuras digitales confiables y de alta calidad [10]. Con la finalidad de garantizar la accesibilidad e igualdad, sin importar la ubicación o los recursos disponibles.

## **Justificación Tecnológica**

Este estudio busca promover el avance en el desarrollo e investigación de arquitecturas con microservicios en la integración de módulos académicos en aplicaciones móviles. La cual, permite una mayor modularidad, flexibilidad y escalabilidad en el desarrollo de aplicaciones móviles para la gestión académica, lo que resulta fundamental ante las necesidades y demandas del entorno educativo actual [11]. Además, el framework Flutter permite desarrollar aplicaciones móviles altamente eficientes y multiplataforma. Su principal ventaja radica en la optimización del tiempo de desarrollo y los recursos disponibles [12].

## **Justificación Social**

La gestión académica a través de dispositivos móviles, particularmente en instituciones de educación superior, ha emergido como una herramienta para asegurar que la distribución y el control de recursos educativos sea accesible en cualquier momento y lugar. [13] En este contexto, el rol del docente es esencial en el desarrollo de las aptitudes de los estudiantes en la educación superior.[14] El servicio de “Portafolio Docentes” a través de la aplicación móvil mejoró calidad de las funciones esenciales para la labor pedagógica del cuerpo docente de la Universidad.

## Contexto de la investigación

**Tabla 1** *Trabajos Relacionados*

INVESTIGACIÓN	APORTE
<p>Tipo: Nacional</p> <p>Desarrollo de una aplicación móvil y una aplicación Web para la Unidad Educativa Autogestionaria "Solidaridad" (UEAS) para la gestión de la información y el seguimiento académico de los estudiantes por parte de los padres de familia [15].</p>	<p>El trabajo guía el desarrollo de una aplicación web de gestión académica y una aplicación móvil de seguimiento para los padres de familia de la UEAS. Se utilizó el framework Codeigniter y Bootstrap. Además, se aplicó la metodología ágil SCRUM y una arquitectura MVC. Como resultado, se optimizó los principales procesos académicos de la institución y permitió el acceso fácil a los registros académicos a los padres de familia</p>
<p>Tipo: Nacional</p> <p>Aplicación móvil usando el framework Flutter para el control de las tutorías académicas del sistema integrado de la Universidad Técnica de Ambato (UTA) [16].</p>	<p>El proyecto se enfoca en desarrollar una aplicación móvil para la gestión de tutorías académicas en la UTA. La cual, se guía por la metodología Mobile-D. Se utilizó Flutter y el framework ASP.NET. Como resultado, la aplicación ayudó a impulsar la interacción académica entre estudiante y docente en la UTA.</p>
<p>Tipo: Internacional</p> <p>Diseño de una aplicación Learning Management System (LMS) para dispositivos móviles [17].</p>	<p>Este proyecto de tesis presenta el desarrollo de una aplicación móvil tipo Learning Management System (LMS). Se utilizó Git para el control de versiones. Eclipse con PyDev y el framework Django. Como resultado, se aporta una mejora en la calidad educativa de la Universidad Complutense de Madrid y fomenta la colaboración en entornos de aprendizaje.</p>
<p>Tipo: Nacional</p> <p>Automation of the Municipal Inspection Process in Ecuador Applying Mobile-D for Android [18].</p>	<p>El estudio se centra en el desarrollo de una aplicación móvil mediante la metodología Mobile-D para automatizar las inspecciones en actividades económicas del municipio de Ibarra, Ecuador. Se utilizan herramientas de software como Android Studio, ScriptCase, JSON web services y PostgreSQL. Además,</p>

---

Tipo: Internacional Diseño e implementación de una aplicación móvil docente [19].	se realiza la evaluación de calidad por las normas ISO/EC: 25010 y 25022. El proyecto se enfoca en la creación de una aplicación móvil de gestión académica para docentes. Se utilizó Android Studio y PHP para el desarrollo, y un servidor Apache para alojar la aplicación. La metodología SCRUM guía el proceso de desarrollo. Como resultado, se creó una aplicación que permite a los usuarios acceder a información de la institución, comunicarse mediante un chat, subir y descargar contenido, y recibir notificaciones.
--	---

---

# I MARCO TEÓRICO

## 1.1. Sistema Informático Integrado Universitario (SIU)

El Sistema Informático Integrado Universitario (SIU), también conocido como Portafolio Universitario, se implementó en la UTN en 2007 como una aplicación de gestión académica independiente. Con el objetivo de mejorar las prácticas académicas y administrativas, en octubre de 2013 se adoptó Oracle APEX como entorno de desarrollo, lo que permitió automatizar diversos procesos para la comunidad universitaria y establecer una arquitectura tecnológica integrada [20], [21].

### 1.1.1 Portafolio Docentes

En la normativa del reglamento para el SIU de la Universidad Técnica del Norte, se definen ocho portafolios principales, entre los cuales, el Portafolio Docentes juega un papel fundamental en la gestión y seguimiento de la labor académica del personal docente. A lo largo del tiempo, este portafolio ha experimentado mejoras significativas para optimizar el control académico en la UTN. Entre los módulos principales se encuentran la planificación de la docencia y el registro académico, que sustentan el desempeño estudiantil [22].

### 1.1.2 Personal docente en cifras

Un estudio realizado en 2019 por el director de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (DDTI) y otros miembros administrativos de diversas facultades de la UTN muestra la consolidación de esta institución, fundada el 16 de julio de 1986, como una de las universidades públicas líderes en el norte de Ecuador. Con aproximadamente 600 docentes que desarrollan su labor pedagógica en la UTN, el cuerpo docente representa un grupo fundamental en el uso del "Portafolio Docentes" para la gestión académica, investigación y vinculación [23].

Considerando la cantidad de docentes, resulta crucial implementar soluciones tecnológicas de vanguardia e innovadoras, que permita una óptima y satisfactoria experiencia en la gestión académica. La actualización de herramientas como el "Portafolio Docentes" hacia una plataforma móvil no solo permitió atender mejor las necesidades de este grupo, sino también alinearse con el crecimiento institucional, la conexión docente estudiantes y la demanda de accesibilidad tecnológica en la educación superior [23].

## **1.2. Aplicaciones Móviles**

Un sistema móvil es una solución de software, desarrollado para su uso en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas [24]. La portabilidad y usabilidad de estas aplicaciones han incrementado exponencialmente con el uso de dispositivos móviles a nivel global. Alrededor de 6.000 millones de usuarios utilizan teléfonos inteligentes [25] y la industria de las aplicaciones móviles está evolucionando rápidamente. En este contexto, según el informe "Digital 2024: Ecuador" [26] más del 96% de toda la población en Ecuador utilizan dispositivos móviles para su uso en diferentes aplicaciones.

### **1.2.1. El servicio "Portafolio Docentes" en dispositivos móviles**

Actualmente, el sistema informático de la Universidad Técnica del Norte no cuenta con una aplicación móvil específicamente diseñada para la gestión académica de los docentes. Desde su creación, el servicio "Portafolio Docentes" ha permanecido en su versión web desarrollada en Oracle APEX. Aunque es accesible desde dispositivos móviles, esta versión presenta limitaciones significativas, ya que su diseño está optimizado para navegadores de escritorio. Como resultado, al intentar usarla en dispositivos móviles, la interfaz no se adapta adecuadamente a las pantallas más pequeñas, generando limitaciones visuales y pérdida de información, afectando la experiencia de usuario debido a la escala y disposición estáticas.

Implementar una aplicación móvil dedicada para el "Portafolio Docentes" resolvió estas limitaciones y permitió al cuerpo docente de la UTN acceder a una plataforma optimizada para sus necesidades, mejorando la eficiencia y efectividad en la gestión académica. Este desarrollo facilitó un acceso más intuitivo y adecuado a la información relevante, incrementando la accesibilidad y elevando la satisfacción de los docentes en su uso diario de las herramientas de gestión, fundamentales en su labor educativa.

### **1.2.2. Las aplicaciones móviles en la educación superior**

El rápido avance de la tecnología móvil ha tenido un impacto significativo en varios sectores, incluida la educación. En la actualidad las instituciones de educación superior optan por implementar aplicaciones móviles para mejorar sus procesos administrativos y de gestión académica [27]. Esta tendencia refleja la importancia de implementar el servicio portafolio docentes en la UTN.

### **1.2.3. Aplicaciones móviles de gestión académica**

Un Sistema de Gestión del Aprendizaje Móvil (LMS) es un software diseñado para brindar a estudiantes y profesores la posibilidad de acceder, crear y gestionar recursos educativos en dispositivos móviles en cualquier momento y lugar [28]. Esta modalidad amplía las capacidades del aprendizaje al ofrecer una mayor flexibilidad y disponibilidad en el proceso educativo. Además, este tipo de aplicación se adapta a la creciente integración de los dispositivos móviles en la vida cotidiana, lo cual, mejora la interacción y facilita el acceso a la información educativa tanto para estudiantes como para docentes [29]. En este sentido, la implementación de este tipo de aplicaciones Móviles LMS eliminan la dependencia de utilizar sistemas informáticos de escritorio.

#### **1.2.4. Impacto de las plataformas m-LMS en la educación superior.**

El estudio de Xin Zhang y Yang Jun Hai [30], destaca cómo las aplicaciones móviles de gestión de aprendizaje (m-LMS) están revolucionando el entorno universitario, en términos de accesibilidad, compromiso y optimización de recursos educativos. Según esta investigación, el uso de m-LMS en las instituciones de educación superior ha permitido que tanto docentes como estudiantes accedan de forma inmediata a los materiales académicos desde cualquier ubicación, lo cual responde a las necesidades de conectividad y flexibilidad que plantea el contexto educativo actual. Esta accesibilidad facilita a los docentes la gestión de contenidos y el seguimiento de las actividades de los estudiantes, incrementando así la eficiencia y efectividad en sus funciones. Para los estudiantes, el estudio resalta un aumento en la motivación y participación, ya que les permite estudiar a su ritmo y de acuerdo con sus preferencias y posibilidades tecnológicas.

Además, en la Universidad Politécnica de Madrid un caso de estudio expone que el acceso a un LMS mediante una aplicación móvil integrada no solo incrementa la frecuencia de uso de los recursos académicos, sino que también mejora la satisfacción y el rendimiento académico de los estudiantes. Este estudio encontró que los estudiantes con acceso a la aplicación móvil mostraron mayor compromiso y lograron adaptarse con rapidez, especialmente aquellos con experiencia previa en aprendizaje móvil. Los resultados sugieren que el uso de aplicaciones móviles de LMS contribuye a un entorno educativo más accesible y efectivo, optimizando la interacción entre docentes y estudiantes. Además, promueve un aprendizaje más dinámico y adaptable a las necesidades de cada usuario [31].

#### **1.2.5. Aplicaciones móviles multiplataforma**

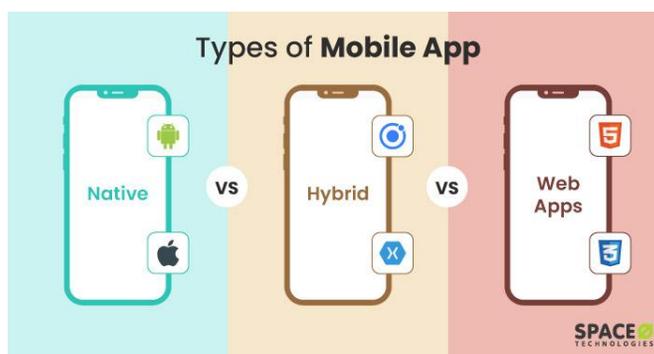
El desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma implica la creación de software con una única base de código que puede funcionar en distintos sistemas operativos, optimizando

tiempo, costos y minimizando esfuerzos en el desarrollo [32], [33]. Este método permite aprovechar las funcionalidades nativas y garantiza la escalabilidad y estabilidad del software. React Native y Flutter son dos de los frameworks más populares que simplifican la creación de aplicaciones coherentes y eficaces para múltiples plataformas [34].

### 1.2.6. Tipos de aplicaciones móviles

Existen tres tipos aplicaciones móviles: nativas, híbridas y web. Las aplicaciones móviles nativas se desarrollan para un sistema operativo en específico, utilizando solo un lenguaje y entorno de desarrollo dedicado, lo cual garantiza que un sistema funcione de manera estable y fluida. Las aplicaciones web, son versiones responsivas de sitios web que funcionan en cualquier dispositivo móvil a través de un navegador. Las aplicaciones híbridas combinan características de las nativas y web, proporcionando una solución más rápida y económica con una experiencia de usuario consistente.

**Figura 4** *Tipos de aplicaciones móviles*



*Fuente: [35]*

### 1.3. Arquitectura orientada a microservicios

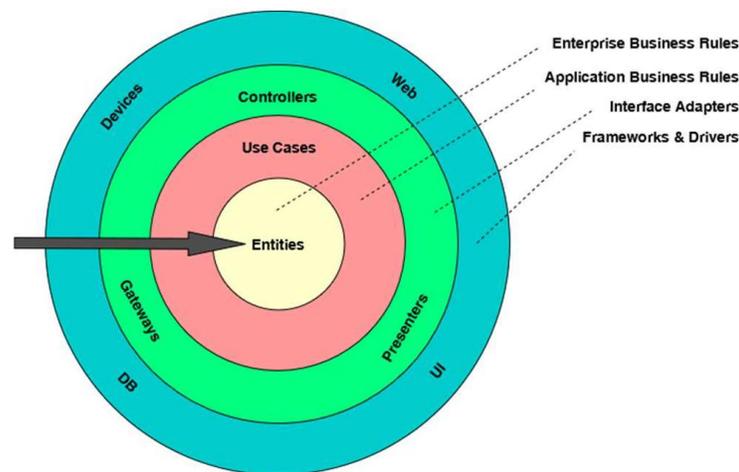
La arquitectura de microservicios es un paradigma moderno y popular. La cual permite el desarrollo de una aplicación como un conjunto de servicios independientes, y comunicados a través de APIs (Application Programming Interface) bien definidas, lo que permite que el sistema

implementado sea escalable y fácil de mantener [36]. Los microservicios utilizan protocolos de Internet ligeros como HTTP y REST. La principal característica de la arquitectura microservicios es la capacidad de simplificar, dividiendo la complejidad de las aplicaciones en componentes más pequeños, lo que resulta en un sistema de desarrollo, gestión y mantenimiento en comparación con una aplicación monolítica [37].

### 1.3.1. Arquitectura limpia

La arquitectura limpia se define como un enfoque para el diseño de software que se basa en los principios de código limpio y SÓLID, cuyo objetivo principal es enfatizar la separación de responsabilidades y minimizar las dependencias entre los diferentes componentes de software. Este paradigma promueve la desvinculación de componentes del sistema para reforzar el aislamiento y la capacidad de mantenimiento, dividiendo el software en capas bien definidas para lograr una separación de preocupaciones [38], [39].

**Figura 5** *Arquitectura limpia*



Fuente: [38]

### 1.3.2. Ventajas de la arquitectura microservicios frente a la monolítica

Los microservicios no son la mejor opción para todos los contextos. Según el estudio de Grzegorz Blinowski [40], la arquitectura monolítica es apta para sistemas pequeños y donde no

se den muchas concurrencias de usuarios simultáneos. Sin embargo, considerando que el SIIU tiene miles de usuarios, los microservicios tienen diferentes ventajas ante la arquitectura monolítica. En primer lugar, los microservicios permiten una mayor escalabilidad al descomponer una aplicación en componentes independientes que pueden ser implementados, actualizados y escalados de forma individual. Esta modularidad facilita la gestión de grandes sistemas, ya que cada microservicio puede ser desarrollado por equipos especializados, agilizando el proceso de desarrollo y despliegue de nuevas funcionalidades. Por ello, los microservicios fomentan la resiliencia y la tolerancia a fallos al aislar los errores en un servicio específico sin afectar a toda la aplicación, mejorando así la disponibilidad y confiabilidad del sistema. Finalmente, la arquitectura de microservicios promueve la adopción de tecnologías modernas, como contenedores y orquestadores, que facilitan la implementación y gestión de los servicios en entornos de nube [40].

### **1.3.3. El paradigma API REST**

Las APIs REST son por concepto interfaces de programación de aplicación (API), que sigue el paradigma como estilo arquitectónico REST (Transferencia de estado representacional) [41]. Estas interfaces permiten la comunicación entre clientes y servidores mediante protocolos estandarizados por la web. Además, permiten a los clientes comunicarse con los servicios web mediante solicitudes HTTP que acceden o manipulan recursos, representando datos que pueden ser creados, eliminados, actualizados o leídos [42]. Las operaciones se realizan a través de métodos HTTP como POST, GET, PUT y DELETE, y se dirigen a puntos de conexión identificados por URI específicos. Estas solicitudes pueden incluir encabezados HTTP y un cuerpo con la carga útil, y las respuestas del servicio web contienen códigos de estado que indican el resultado de la solicitud, con códigos 2xx para éxitos, 4xx para errores del cliente y 5xx para errores del servidor [43]. Este diseño orientado a CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar)

simplifica la implementación y mejora la interoperabilidad entre servicios. REST utiliza formatos de objeto como JSON y XML para la transferencia de datos, lo que la hace una opción óptima para desarrollar aplicaciones web escalables y fáciles de mantener.

#### 1.3.4. Experimento de lenguajes de programación.

El fundamento para la selección de la tecnología backend en la ingeniería de software resulta crucial debido al efecto que tiene en el rendimiento, escalabilidad y mantenibilidad del aplicativo [44]. Por ello, se aplicó la revisión sistemática de la literatura (SRL) en base a revistas y encuestas para el análisis tecnológico realizado por los sitios web IEEE Spectrum[45] y Stack Overflow Developer Survey[46] realizados hasta finales del 2024.

El análisis del SRL identificó la combinación de cuatro lenguajes de programación y su frameworks como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2** *Lenguajes y frameworks experimentales*

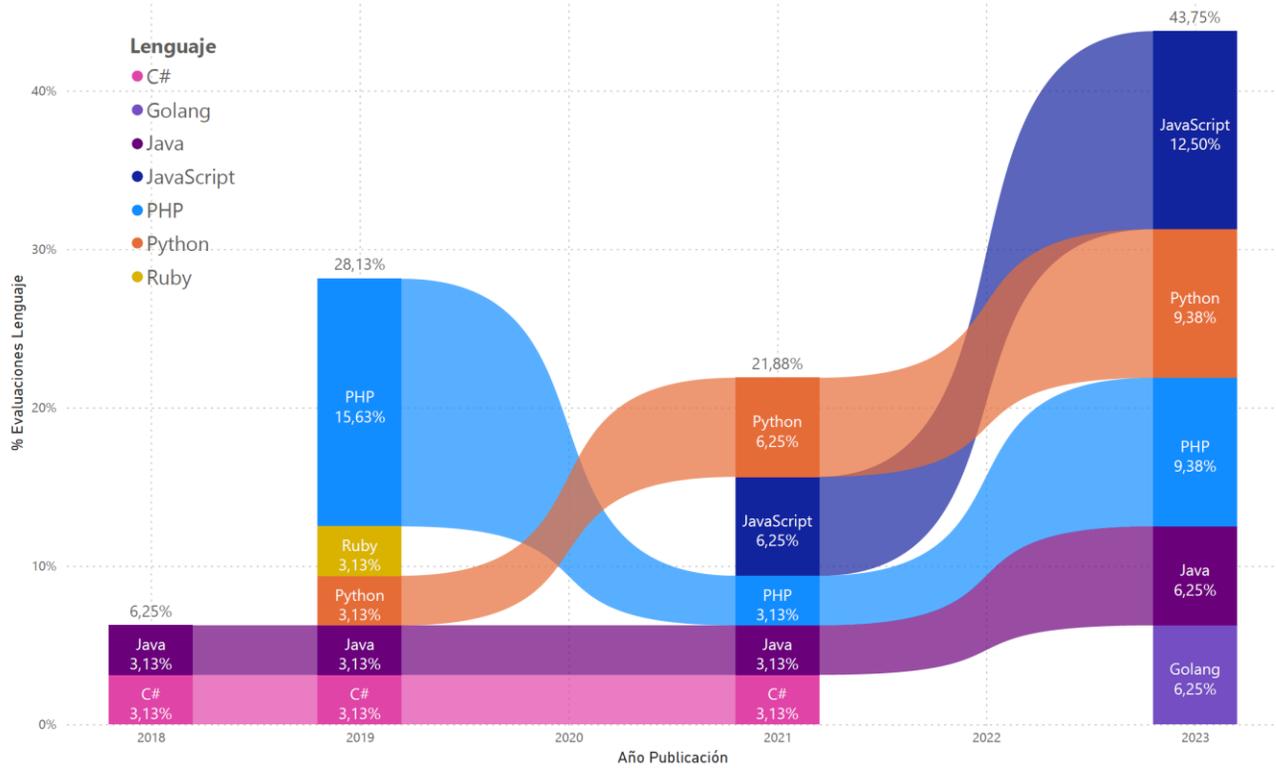
<b>LENGUAJE</b>	<b>FRAMEWORK</b>
JavaScript - TypeScript	NestJS
Java	Spring Boot
Python	Flask
SQL	con APEX

El experimento diseñado evaluó el rendimiento de estas tecnologías mediante consultas a bases de datos de producción de la UTN. Estas fueron ejecutadas en un mismo servidor con la finalidad de asegurar las condiciones igualadas. El enfoque para el experimento constó de un escalado progresivo en complejidad y volumen de datos. Las pruebas contemplaron niveles crecientes de complejidad definidos por la profundidad de JOINS (de 1 a 4 niveles) y distintos volúmenes de registros (1, 10, 100, 1,000, 10,000 y 100,000 registros).

Los resultados obtenidos mostraron que la combinación JavaScript/TypeScript con NestJS mantuvo un rendimiento superior y estable en términos de velocidad de ejecución frente

al incremento de complejidad y volumen de datos, destacando claramente sobre las otras tecnologías analizadas, como se evidencia en la Figura 6. Esta evaluación posicionó a el lenguaje de programación y el framework base para el desarrollo backend del presente proyecto.

**Figura 6** Resultados tecnológicos comparativos



Fuente: Equipo UTN móvil

#### 1.4. Framework multiplataforma: Flutter

Flutter se establece como un conjunto de herramientas para el desarrollo de interfaz de usuario multiplataforma, diseñado para crear aplicaciones eficientes y de alto rendimiento en entornos iOS, Android, web y escritorio. Todo a partir de la utilización de una única base de código [47]. Este framework está escrito por los lenguajes C, C++ y Dart, Flutter se destaca por no depender de las interfaces de usuario nativas de cada plataforma, sino por utilizar su propia biblioteca de widgets, lo que garantiza una experiencia coherente y una abstracción uniforme a través de diversas plataformas [48]. Su motor de renderizado altamente eficiente y la capacidad

de recarga en caliente permiten a los desarrolladores implementar y visualizar cambios de manera instantánea, facilitando un desarrollo rápido y un rendimiento comparable al de las aplicaciones nativas. Flutter, bajo una licencia BSD permisiva, ofrece un ecosistema robusto de paquetes de terceros que amplían las capacidades del núcleo de Flutter, lo que lo convierte en una opción versátil y ampliamente adoptada para el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma [47], [49].

#### **1.4.1. Dart**

Dart es un lenguaje de programación diseñado para construir aplicaciones multiplataforma de manera rápida y eficiente. Es el motor detrás de Flutter, el cual, proporciona el lenguaje y los entornos de ejecución esenciales para este framework. Dart se caracteriza por su seguridad de tipos, con comprobación estática que garantiza la coherencia de los datos y permite anotaciones de tipo opcionales a través de la inferencia de tipos. Su sistema de seguridad nula elimina las excepciones en tiempo de ejecución mediante análisis estático, asegurando que los valores solo sean nulos por designación explícita. Dart simplifica tareas críticas en el desarrollo de software. Permite el formateo, análisis y pruebas de código de manera eficiente. Además, incorpora funcionalidades avanzadas como bibliotecas y llamadas asíncronas. Su sintaxis concisa y el manejo de secuencias potencian el desarrollo de aplicaciones multiplataforma [50].

#### **1.4.2. Widgets**

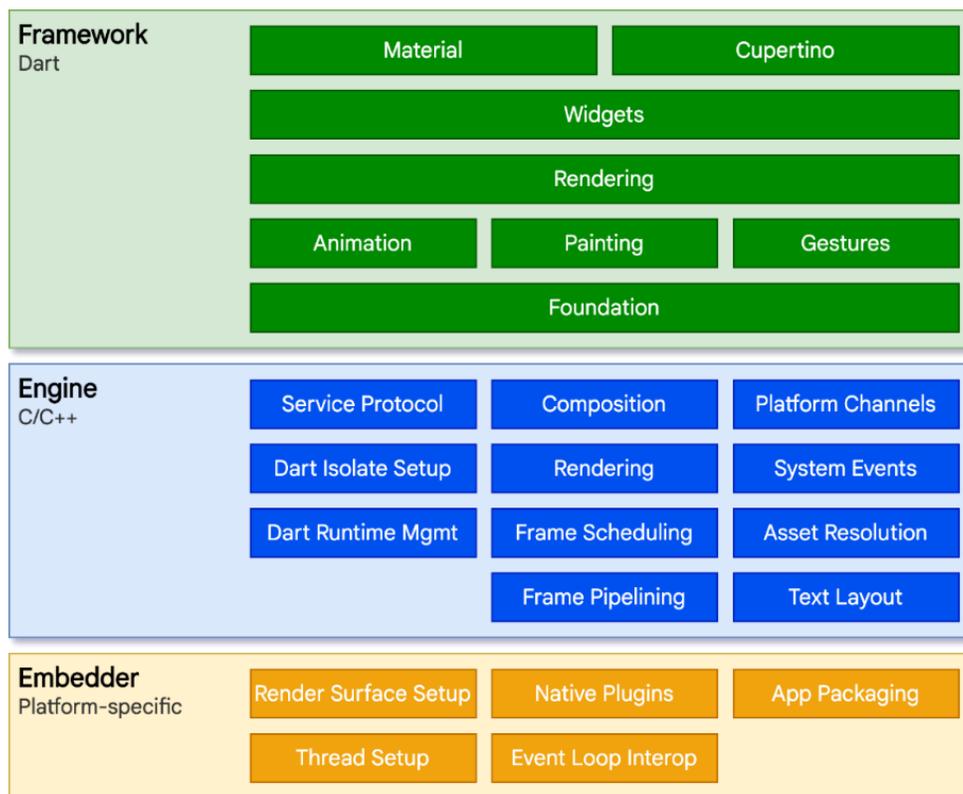
En Flutter, los widgets son componentes fundamentales para la creación de interfaces de usuario, estructurados de manera inmutable y jerárquica desde un widget raíz como MaterialApp o CupertinoApp. Esta organización permite actualizaciones eficientes de la interfaz al reemplazar widgets según sea necesario. La implementación propia de controles de interfaz de Flutter garantiza consistencia en todas las plataformas y mejora el rendimiento. La modularidad de los

widjets promueve una personalización avanzada y un desarrollo ágil, como demuestra el widget Container, que combina múltiples funciones menores para una composición flexible [47].

### 1.4.3. Arquitectura de Flutter

Flutter mantiene una arquitectura extensible y por capas. Las cuales se representan en la siguiente figura.

**Figura 7** *Arquitectura de Flutter*



Fuente: [47]

En la base de Flutter se encuentra el embedder, que es específico para cada plataforma y actúa como punto de entrada, coordinándose con el sistema operativo subyacente para acceder a servicios como el renderizado, la accesibilidad y la gestión de eventos. El motor de Flutter, desarrollado principalmente en C++, constituye el núcleo del sistema, encargado de procesar escenas y ofrecer implementaciones de bajo nivel para la API principal de Flutter. Esto

incluye funcionalidades como gráficos, disposición de texto, entrada/salida de archivos y redes, accesibilidad, y soporte para plugins. Este motor comunica sus capacidades al framework mediante la biblioteca `dart:ui`, que envuelve el código C++ en clases escritas en Dart [51].

Dart sustenta el framework de Flutter con una amplia gama de bibliotecas organizadas. La capa básica suministra clases esenciales y servicios. La capa de renderizado gestiona el layout y permite la manipulación de un árbol de objetos. La capa de widgets emplea un modelo de programación reactivo para la creación de clases reutilizables. Las bibliotecas Material y Cupertino aplican los lenguajes de diseño de Google y iOS mediante las primitivas de la capa de widgets [51].

## **1.5. Base de datos Oracle**

La base de datos *Oracle Database* es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de alto nivel enfocado a empresas, que se originó en los años setenta. Su éxito inicial incluyó la adaptación a computadoras personales en 1984. Este sistema maneja transacciones eficientes en grandes bases de datos y múltiples usuarios, es independiente del hardware y sigue estándares industriales. Se destaca por su seguridad, control de integridad, soporte para bases de datos distribuidas y su estructura de memoria dividida en SGA, PGA y UGA. Con la expansión de las bases de datos, optimizar el rendimiento se vuelve esencial, lo que implica ajustes en programas, parámetros del sistema y configuración del hardware y software [52].

### **1.5.1. Oracle APEX**

Oracle Application Express (APEX) se trata de una plataforma empresarial para el desarrollo y manejo de aplicaciones con un enfoque de programación de bajo nivel [53]. Esta herramienta simplifica el proceso de creación de aplicaciones web altamente escalables y

seguras [54]. Lo cual, permite una rápida implementación en entornos de Oracle en la nube o local. El desarrollo de bajo código integra múltiples facilidades para que los desarrolladores diseñen, desarrollen y desplieguen soluciones sin tener grandes conocimientos técnicos en programación. La integración nativa con Oracle Database es un punto fuerte de APEX para la gestión de los datos al sacar el máximo provecho de los lenguajes SQL y PL/SQL [55].

#### **1.5.1.1. APEX en la educación superior**

Hoy en día, las instituciones de educación superior están transformándose y buscan incorporar las herramientas más avanzadas para el análisis de datos y la gestión académica. Para mantenerse a la vanguardia tecnológica, el desarrollo de aplicaciones web se ha convertido en una solución esencial para enfrentar los diversos desafíos académicos en las universidades. Desde su creación en 2004, APEX se ha consolidado como una plataforma en auge, equiparándose con las herramientas de desarrollo web modernas. Gracias a su robusta base de datos Oracle, APEX permite el desarrollo ágil de aplicaciones web, ante la seguridad y estabilidad a lo largo del tiempo [56].

### **1.6. Herramientas de desarrollo**

#### **1.6.1. Node.js**

En la búsqueda de elegir la mejor herramienta backend para la creación de una APIs REST, se usó Node.js en base al experimento realizado en un servidor de la UTN con su base de datos de desarrollo. Está construido con el motor V8 de Google, conocido por su compilación dinámica en tiempo de ejecución.[57] Este entorno de ejecución multiplataforma evita bloqueos en el código JavaScript al constar solo con un proceso. Utiliza un modelo basado en eventos que permite la creación de funciones y métodos de manera asíncrona mediante su biblioteca de

primitivas de E/S. Esta tecnología permite minimizar el consumo de CPU y permite el control simultáneo de procesos, lo que mejora la eficiencia y el rendimiento de un sistema [58].

## **1.6.2. Framework NestJS**

NestJS es un framework diseñado para desarrollar aplicaciones backend del lado del servidor, utilizando el entorno de Node.js. Está basado en TypeScript y ofrece una arquitectura modular predefinida que facilita el desarrollo de REST APIs, GraphQL APIs, entre otros. Integra frameworks HTTP como Express por defecto; sin embargo, también permite utilizar Fastify. Además, se destaca por integrar elementos para la programación orientada a objetos, programación funcional y programación reactiva funcional, lo que permite crear aplicaciones altamente testeables, escalables, desacopladas y mantenibles. [59] Entre las características principales que ofrece se incluyen la inyección de dependencias, autenticación, ORM, microservicios, enrutamiento, documentación OpenApi (Swagger), etc. Estas características hacen de NestJS una opción moderna y completa para el desarrollo de aplicaciones del lado del servidor en Node.js.

### **1.6.2.1. Controladores**

En NestJS, los controladores se ocupan de gestionar las solicitudes entrantes y de brindar respuestas al cliente. Su función principal es recibir solicitudes específicas de la aplicación, y el enrutamiento determina qué controlador se encargará de cada solicitud. A menudo, un controlador puede tener varias rutas, lo que permite que diferentes rutas ejecuten acciones específicas. Para crear un controlador básico, se utilizan clases y decoradores. Estos decoradores asocian las clases con la información necesaria, lo que permite a NestJS generar un mapa de enrutamiento que vincula las solicitudes con los controladores correspondientes [60].

### **1.6.2.2. Proveedores**

Los proveedores son una parte fundamental de NestJS. Su función es crear diferentes clases como servicios, fábricas, repositorios y ayudantes. La característica principal de los proveedores es que se pueden inyectar lógica como dependencias en toda la aplicación, lo que permite que los objetos creen diversas relaciones entre sí [61].

### **1.6.2.3. Módulos**

Los módulos en NestJS es una clase que incorpora en su definición un decorador que proporciona metadatos para organizar la estructura de la aplicación. Cada aplicación tiene al menos un módulo principal, que actúa como punto de partida para que este framework cree el gráfico de la aplicación, una estructura interna que resuelve las relaciones y dependencias entre módulos y proveedores. Los módulos son altamente recomendados como una manera efectiva de organizar los componentes, y la mayoría de las aplicaciones emplearán varios módulos, cada uno encapsulando un conjunto de funcionalidades relacionadas [62].

### **1.6.2.4. Middleware**

El middleware en NestJS es una función que se activa antes que la función de rutas y puede interceptar solicitudes y respuestas a diferentes niveles de la aplicación. Tiene acceso a los objetos de solicitud y respuesta, y utiliza la función `next()` para pasar el control al siguiente middleware [63].

## **1.6.3. TypeScript**

TypeScript es un lenguaje de programación que extiende de JavaScript otorgando tipos estáticos. Esta característica permite la rápida detección de errores en el código antes de ser ejecutados. A diferencia de JavaScript, este lenguaje añade nuevas funcionalidades como las interfaces o clases que ayudan al desarrollo de aplicaciones. Además, TypeScript mantiene la

compatibilidad con la sintaxis y el comportamiento en tiempo de ejecución de JavaScript, lo que facilita la transición entre ambos lenguajes. Al compilarse, elimina la información de tipos y produce código JavaScript estándar, asegurando que el programa funcione de la misma manera independientemente de los tipos. Esto lo convierte en una herramienta poderosa para desarrollar aplicaciones robustas sin cambiar el comportamiento original de JavaScript [64].

## **1.7. Método de desarrollo de software**

### **1.7.1. Ágil**

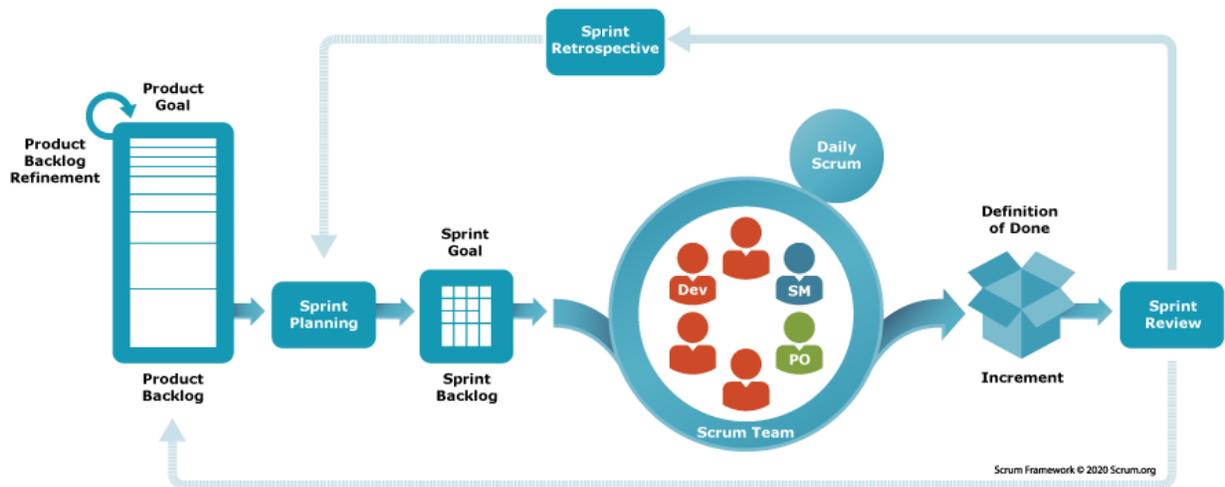
La metodología ágil proporciona directrices para el desarrollo de software en base a los principios y valores del manifiesto ágil [65]. Esta metodología abarca todo el ciclo de vida del software e involucra a todas las personas que participan en el proyecto. Según el manifiesto ágil, hay un impacto determinante en los roles de las personas, reconociendo que las relaciones humanas tienen un efecto directo en el éxito o fracaso del proyecto de software [66]. Esta metodología se puede utilizar en cualquier área de la industria donde se involucre flujos de trabajo y entregables [67]. Además, ofrece diferentes ventajas como el enfoque constante en la calidad técnica, el diseño y la prioridad en la satisfacción del cliente mediante la adaptación continua ante los cambios. Esta metodología se aplica en marcos de trabajo como programación extrema (XP), Scrum, Crystal Clear, entre otros [68].

#### **1.7.1.1. Framework Scrum**

El marco de trabajo Scrum extiende de la metodología ágil para el desarrollo de software iterativo, el cual fue creado por Jeff Sutherland y Ken Schwaber cerca de los años 90 [69]. Está diseñado para manejar problemas complejos, mantener la productividad y la creatividad del equipo mientras se entregan productos útiles [69], [70]. Este enfoque maneja tres roles esenciales para el proyecto en desarrollo: Product Owner, Scrum Master y el equipo de

desarrollo. Cada uno de estos roles tienen responsabilidades definidas y están sujetas al pilar empírico de la transparencia, inspección y adaptación. En Scrum, los procesos están estructurados en ciclos denominados *sprints*, los cuales abarcan la recopilación de requisitos, diseño, desarrollo, pruebas y entrega. La flexibilidad de Scrum permite incorporar diversas técnicas y métodos, promoviendo la mejora continua del producto y el equipo.

**Figura 8** Desarrollo de Scrum



Fuente: [71]

#### 1.7.1.1.1. Roles

En el entorno de Scrum, se gestionan diversos roles que son esenciales para mantener el flujo de trabajo. Estos roles son:

- I. **Responsable del Producto** (Product Owner): Es el gestor de actividades interno del proyecto, responsable de tomar decisiones oportunas y mantener una comunicación directa con el cliente y el equipo de trabajo. Debe priorizar las tareas que se consideren óptimas y asegurar que el equipo de desarrollo entregue resultados funcionales [70].
- II. **Scrum Master**: Es el experto en el framework Scrum, encargado de dar soporte y facilitar el trabajo del equipo siguiendo las directrices de este marco. Además, es responsable

asegurar que el desarrollo se mantenga fluido por todo el equipo de trabajo Scrum. Con el objetivo de completar los sprints exitosamente [70].

- III. **Equipo de desarrollo:** Es el grupo de desarrolladores encargados de realizar los incrementos del producto. Además, deben adaptarse bien a los cambios y mantener una comunicación efectiva con todo el equipo de trabajo.

#### 1.7.1.1.2. Artefactos

Los artefactos en Scrum, que reflejan el trabajo o valor generado, están diseñados para garantizar la máxima transparencia de la información esencial, permitiendo que todos los involucrados tengan una base común para realizar ajustes. [72] En scrum se manejan 3 diferentes artefactos:

- I. **Product Backlog:** Es una lista que está priorizada de todas las características, requisitos, funciones, mejoras y arreglos que se necesita para un producto de software. Estos elementos pueden ser realizados por el equipo Scrum y forman parte de uno de los sprints que se consideran completados en el evento de planificación de sprint [72].
- II. **Sprint Backlog:** Es un plan dinámico del equipo de desarrollo durante el Sprint, que incluye el objetivo principal del sprint actual, la lista del product backlog y el plan para entregar el incremento. Se actualiza constantemente con nuevos detalles a medida que el equipo adquiere más conocimientos, garantizando claridad suficiente para la inspección diaria en el Daily Scrum [72].
- III. **Incremento:** Un incremento en Scrum es un progreso concreto hacia el objetivo del producto, se suma a los avances previos y se verifica rigurosamente para asegurar su funcionalidad conjunta. Durante un sprint, los incrementos se pueden realizar de manera múltiple, los cuales se presentan en la revisión del sprint para respaldar el proceso

empírico. Aunque es posible entregar un incremento antes de que termine el sprint, la revisión del sprint no debe ser la única instancia para obtener retroalimentación y validar el valor entregado [72].

#### **1.7.1.1.3. Eventos**

Los eventos o también conocidos como ceremonias son los diferentes procesos que ayudan a la organización del equipo y encaminan al cumplimiento de los objetivos. Existen 5 eventos los cuales son:

- I. **El Sprint:** Es el evento principal que se lo considera el núcleo para el desarrollo de proyectos basados en Scrum. Sirve como un contenedor para el resto de los eventos [72]. Su duración es fija entre 1 mes y se realizan de manera consecutiva de inmediato, conforme se concluye con su predecesor. La finalidad del sprint es originar valor en base de las hipótesis planteadas.
- II. **Planificación de Sprints:** Es el momento para que el equipo Scrum se reúne para plantearse hipótesis que les ayude a mejorar la experiencia de los clientes y crear un plan que les permita verificar la posibilidad del funcionamiento de mismo [73]. Es importante que en este espacio se pueda ser concisos y eficientes para garantizar la productividad en función del tiempo.
- III. **Scrum diarios:** Es el evento que tiene mayor impacto en el desarrollo de las actividades concluidas y las que faltan por realizar. La duración está sujeta a 15 minutos y es fundamental que la comunicación sea fluida. Además, es el momento preciso para resolver cualquier inconveniente suscitado en el sprint y planificar las próximas actividades [72].

- IV. **Revisión del sprint:** Es el momento para verificar que el flujo de trabajo del equipo se mantenga en la línea del cumplimiento del objetivo [72].
- V. **Retrospectiva del sprint:** El propósito de este evento es el mejorar la calidad y la eficacia del sprint previo [72].

### 1.8. Calidad de uso del software

La calidad de un producto software se define como la percepción que un usuario tiene del sistema, basada en su interacción con la funcionalidad y la información que este proporciona. Esta evaluación se realiza considerando aspectos como el desempeño, la utilidad y la capacidad del sistema para satisfacer los objetivos específicos del usuario [74].

#### 1.8.1. Familia de la norma ISO 25000

La familia de normas ISO 25000, también conocida como SQuaRE (Software Product Quality Requirements and Evaluation), proporciona un marco integral para definir, evaluar y gestionar la calidad de los productos de software. Esta familia mantiene cinco divisiones: modelos de calidad, medición, requisitos de calidad, evaluación de calidad y guías para el uso de estas normas. Cada una aborda aspectos específicos del ciclo de vida del software, permitiendo establecer métricas claras, realizar evaluaciones objetivas y garantizar que el software cumpla con los requisitos establecidos [75].

**Figura 9** Esquema de la familia ISO/IEC 25000



*Fuente: [75]*

### **1.8.2. Modelo de calidad ISO/IEC 25010**

El modelo ISO/IEC 25010, para el año 2011 se estableció como un marco para evaluar la calidad de los productos de software mediante ocho características principales y 31 subcaracterísticas. Estas abarcan aspectos fundamentales como la funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, compatibilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad. Para ello, se integró un enfoque para garantizar que los productos cumplan tanto con los requisitos funcionales como no funcionales de los usuarios [76]. Este modelo es ampliamente utilizado en la industria, y resulta esencial para evaluar aplicaciones móviles, donde la funcionalidad y la usabilidad impactan directamente en la experiencia del usuario [76]. Por lo tanto, ISO/IEC 25010 se consolida como una referencia clave en el desarrollo de software orientado a calidad [77] [74].

### **1.8.3. La norma ISO/IEC 25010 y las aplicaciones de gestión académica**

La norma ISO/IEC 25010 es fundamental para evaluar y garantizar la calidad en aplicaciones de gestión académica. Este modelo estandariza la medición de aspectos clave como funcionalidad, usabilidad y fiabilidad, esenciales para el éxito de sistemas educativos. Su aplicación en sistemas de gestión curricular ha demostrado mejorar la satisfacción del usuario y asegurar el cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales [78]. Esto refuerza su papel en el desarrollo de herramientas académicas efectivas y de alta calidad.

### **1.8.4. Norma ISO 25022**

La norma ISO/IEC 25022 extiende el alcance de la ISO/IEC 25010, enfocándose en la evaluación específica de la calidad de uso de sistemas o productos de software. Este estándar se basa en métricas clave como efectividad, eficiencia y satisfacción del usuario, permitiendo medir el impacto práctico de un sistema en su entorno de uso real [79], [80]. Aplicaciones como sistemas móviles han demostrado que la implementación de esta norma facilita la obtención de

datos objetivos para validar la calidad en el uso, asegurando que el software cumpla con los requisitos funcionales y brinde una experiencia positiva a los usuarios finales [80].

#### **1.8.5. El impacto de evaluar la calidad del software con la ISO/IEC 25022**

El estudio del doctor José Antonio Quiña Mera, expone en el estudio de automatización de inspecciones municipales en Ecuador que la integración de herramientas digitales mejora significativamente la calidad y la eficiencia operativa. La evaluación basada en ISO/IEC 25022 permite medir métricas como la eficacia y la satisfacción del usuario, logrando una aceptación del sistema superior al 84% [80]. Este enfoque no solo optimiza la gestión operativa, sino que también asegura que las soluciones digitales cumplan con estándares de calidad que promuevan la eficiencia y la confianza del usuario.

#### **1.9. Trabajos relacionados**

Dentro de los trabajos relacionados hay que mencionar el desarrollo realizado por Torres y Andrade (2021) para la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. Su proyecto consistió en una aplicación móvil para su institución con la finalidad de optimizar procesos clave académicos y administrativos. Se seleccionó estratégicamente el framework Flutter (Android y iOS), y se integraron los servicios backend de Firebase para funcionalidades críticas como autenticación, base de datos y mensajería. Para la arquitectura se utilizó el paradigma RESTful para el consumo de sus casos de uso. La validación de aplicativo se realizó mediante pruebas de rendimiento y usabilidad en entornos operativos, lo que confirmó la escalabilidad y la experiencia de usuario positiva de la aplicación [81].

A nivel internacional, el trabajo de Hadi, Hamad y Abbas en la Universidad de Al-Qadisiyah (Irak) es relevante por su enfoque arquitectónico basado en microservicios para incrementar la reutilización del software en entornos universitarios. Enfrentando retos como la

escalabilidad, integración con sistemas legados y mantenibilidad. Se empleó API gateways, contenedores Docker y diseño modular para refactorizar un sistema monolítico. Esta transformación resultó en una mejora del 30% en la reutilización de módulos y una disminución del 60% en el esfuerzo de mantenimiento, lo que demuestra la importancia de la integración de un patrón arquitectónico que promueve el desarrollo ágil y sostenible en el sector educativo [82].

En el ámbito local, se destaca el trabajo de grado de Verónica Rodríguez y Damián Cruz. Para el cual, desarrollaron una aplicación móvil y web la institución Autogestionaria "Solidaridad" con el objetivo de mejorar la comunicación entre maestros, estudiantes y padres. Esta herramienta facilita el acceso a calificaciones, indicaciones generales y novedades de la institución. Utilizando la metodología Scrum, lograron entregar productos en desarrollo de manera parcial a los stakeholders, lo que permitió identificar errores y mejoras de forma temprana. El resultado más relevante fue una herramienta que agilizó la interacción entre los actores educativos. No obstante, se identificó como limitación la necesidad de una mejora para la interfaz de la aplicación y adaptarse a las necesidades específicas de cada usuario [15].

En el trabajo de Paola Salazar realizado en 2022, se desarrolló un sistema móvil para el control y seguimiento de tutorías académicas, con el objetivo de mejorar la interacción entre docentes y estudiantes. Se utilizó una metodología mixta que incluyó entrevistas, encuestas y análisis de datos. Para lo cual, se identificó las necesidades de los usuarios, que ayudaron a realizar una herramienta efectiva. El resultado más relevante fue la creación de la aplicación que cumplió con los requerimientos establecidos y resultó útil para la comunidad académica. No obstante, una limitación importante fue la falta de participación de algunos docentes en el proceso de investigación, lo que podría afectar la adopción y uso completo de la aplicación en el futuro [16].

La trabajo de titulación publicado por Condori Obregón y Rut Patricia se centró en implementar una aplicación móvil para la gestión, distribución y administración de información para docentes, alumnos y personal administrativo de la Universidad de Ciencias y Humanidades de Perú. Para su desarrollo se empleó la metodología ágil con el marco de trabajo Scrum. Como resultado, se logró una notable mejora en el acceso a la información de la comunidad universitaria. Anteriormente el proceso de solicitud de información física en la oficina de Orientación tenía una eficiencia del 20% y con la aplicación móvil aumentó en un 83% lo que mejoró significativamente la atención en dicha oficina. Sin embargo, la base de datos se mantiene limitada a registros hasta el 2020, antes del inicio de la pandemia de COVID-19 [83].

En este trabajo, se presenta propone una tecnológica desarrollada por Kevin Tigreiro de la institución Universitaria Estatal Península de Santa Elena con el objetivo de crear una aplicación móvil que facilite el acceso a la información académica y servicios institucionales. Utilizando una metodología de investigación diagnóstica. Se realizó un estudio detallado de las necesidades de la comunidad universitaria y se implementó la aplicación en Android Studio, con el uso de tecnologías como Java y SQL Server. El resultado más relevante fue la identificación de las secciones de información académica más consultadas, lo que permitió diseñar una app centrada en las necesidades prioritarias de los usuarios. Sin embargo, una limitación fue la necesidad de una mayor integración con otros sistemas de la universidad para una funcionalidad óptima a largo plazo [84].

### **Resultados del estudio**

Como parte de sus objetivos estratégicos para 2025, la Universidad Técnica del Norte se ha propuesto mejorar e integrar aplicaciones móviles para fortalecer las capacidades tecnológicas de la universidad. Para ello, el servicio “Portafolio Docentes” aporta en lograr la transformación digital y la mejora continua de los procesos pedagógicos institucionales. Este

servicio cumple un rol estratégico en la planificación, seguimiento y evaluación de las actividades académicas del personal docente, por lo que resulta imprescindible su adecuación a plataformas móviles para mejorar la accesibilidad y la usabilidad del aplicativo actual.

En este sentido, el uso de aplicaciones móviles representa una solución eficaz, al facilitar el acceso extendido en tiempo real a las funciones clave del cuerpo docente. Entre las tecnologías evaluadas para el desarrollo del cliente móvil, Flutter fue seleccionada por su enfoque multiplataforma (Android y iOS) y su capacidad para un desarrollo ágil sin comprometer la calidad ni la experiencia de usuario. Además, esta herramienta se acopla y se adapta perfectamente al patrón arquitectónico de arquitectura limpia, lo que permite un código organizado, reutilizable, mantenible y modular.

Por otra parte, para servir las funcionalidades de la aplicación móvil (backend) se adoptó una arquitectura basada en microservicios, lo que permite desacoplar los módulos del SIIU y facilitar tanto su escalabilidad como su mantenimiento evolutivo. Esta arquitectura posibilita que cada servicio, incluido el Portafolio Docentes, pueda actualizarse o expandirse de forma independiente, garantizando tiempos de respuesta más ágiles ante cambios institucionales o normativos.

Para asegurar un desarrollo ágil en el proyecto UTN Móvil, se adoptó el marco de trabajo ágil Scrum como metodología de gestión. Este enfoque permitió implementar un modelo iterativo e incremental para el desarrollo progresivo de funcionalidades, favoreciendo la colaboración constante entre los integrantes del equipo y garantizando entregables funcionales en cada etapa. La elección de Scrum se justifica porque maneja proyectos con requisitos cambiantes y alta complejidad técnica, además de su capacidad para gestionar la incertidumbre inherente al diseño de una arquitectura tecnológica nueva e innovadora.

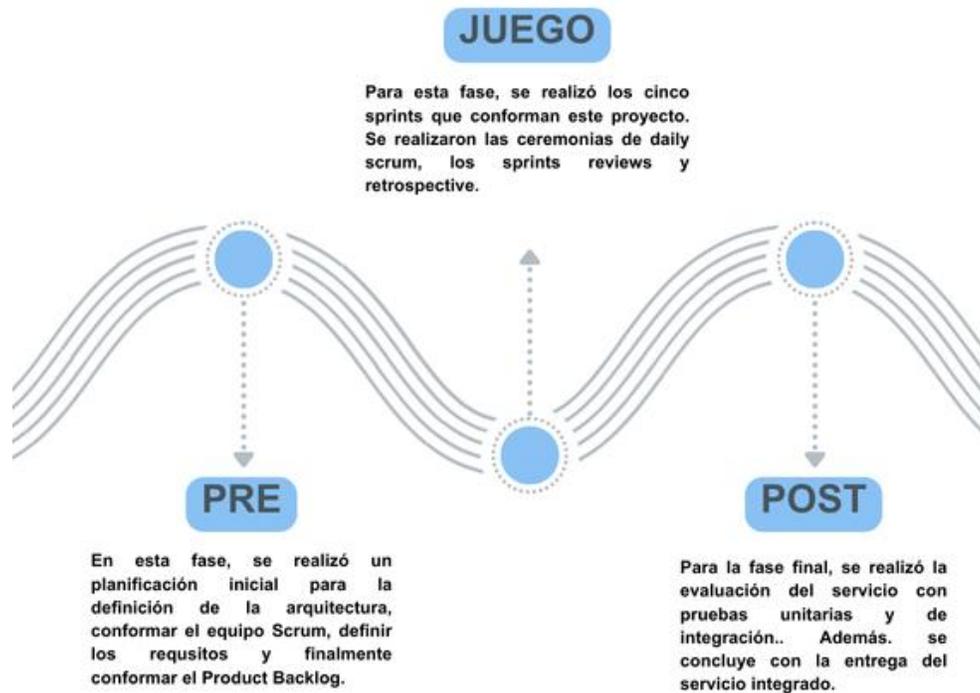
La aplicación móvil se evaluará a través de norma internacional ISO/IEC 25022 como referencia para medir la calidad en uso. A través de métricas como Eficacia, Eficiencia y Satisfacción, esta norma permite evaluar de forma objetiva el impacto del sistema en el contexto real de uso, y contribuye en asegurar la calidad desde una perspectiva centrada en el usuario.

Finalmente, la viabilidad del proyecto se encuentra respaldada por estudios previos que demuestran el éxito de implementar soluciones móviles para docentes mediante tecnologías como Flutter y arquitecturas microservicios. Estos antecedentes, tanto a nivel nacional como internacional, proporcionan fundamentos técnicos y metodológicos para sustentar el desarrollo del servicio “Portafolio Docentes” en una versión móvil alineada con los objetivos institucionales y los estándares contemporáneos de calidad.

## II DESARROLLO

En este capítulo se presentan las fases ilustradas en la figura 10, que sirvieron como guía para la implementación del servicio docente mediante el marco de trabajo Scrum. El objetivo fue ofrecer una solución tecnológica en forma de aplicación móvil para gestionar la docencia en la Universidad Técnica del Norte.

**Figura 10** Fases de desarrollo con Scrum



*Fuente: Propia*

### 2.1. Etapa de pre-Juego

#### 2.1.1. Definición del equipo Scrum

En la Tabla 3 se presenta la conformación del equipo Scrum, detallando las responsabilidades asignadas a cada rol dentro de este proyecto de titulación.

**Tabla 3** *Integrantes de equipo Scrum*

<b>Rol</b>	<b>Nombre</b>
<b>Product Owner</b>	PhD. José Antonio Quiña Mera
<b>Scrum Master</b>	Est. Enríquez Rosero Franklin Leandro
<b>Equipo de desarrollo</b>	La Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático
<b>Stakeholder</b>	

### 2.1.2. Levantamiento de requisitos

A través de la planificación inicial con el equipo Scrum y los stakeholders (DDTI), se definió los requisitos funcionales para el servicio docente. Para esta reunión se estableció funciones principales para el portafolio docentes en plataformas móviles. Este proceso se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones del marco Scrum, con el objetivo de establecer historias de usuario claras y alineadas con el alcance del proyecto.

En la Tabla 4 se presenta la planificación de los sprints que conforma a este ciclo de desarrollo, siguiendo el enfoque ágil con Scrum.

**Tabla 4** *Planificación General de Sprints*

<b>Sprints</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración</b>
Sprints 0	Definir la arquitectura de software. Levantar los requisitos de software. Definir las historias de usuario.	1 semana (21h)
Sprints 1	Desarrollo de las APIs principales del servicio como Perfil, calendario general, horario, etc. (Backend)	4 semanas (84h)
Sprints 2	Desarrollo de las APIs complementarias del servicio como el registro académico, actividades y sus calificaciones (Backend).	6 semanas (126h)

Sprints 3	Desarrollo del cliente (Frontend) funcionalidades fundamentales.	3 semanas (63h)
Sprints 4	Desarrollo del cliente (Frontend) funcionalidades complementarias.	2 semanas (42h)

### 2.1.2.1. Historias de usuario

**Tabla 5** *Historia de Usuario 1*

<b>Código:</b> HU1	<b>Título:</b> Perfil Docente	<b>Prioridad:</b> Media
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero visualizar mis datos generales, hoja de vida como documento pdf, para acceder a mi información personal y profesional de manera eficiente.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: Estando autenticado, cuando ingreso al perfil docente, entonces puedo observar mis datos generales, credenciales académicas y la foto de forma seccionada.</p> <p>CA2: Desde el perfil docente, entonces puedo visualizar y descargar si es que está disponible mi hoja de vida en formato pdf.</p> <p>CA3: Al acceder al perfil docente, puedo visualizar mis datos generales, incluyendo información personal, de contacto y detalles sobre mi ingreso al cuerpo docente.</p> <p>CA4: Estando en el perfil docente, entonces puedo visualizar mis credenciales académicas con el usuario, contraseña, información Eduroam y Manual.</p>	

**Tabla 6** *Historia de Usuario 2*

<b>Código:</b> HU2	<b>Título:</b> Calendario académico general.	<b>Prioridad:</b> Alta
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero visualizar el calendario académico general con las actividades asignadas para todas las materias, con su respectivo estado.	

<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: Desde el calendario académico general, entonces puedo visualizar las actividades creadas para todas las materias con un formato de calendario por mes.</p> <p>CA2: Desde el calendario general, puedo identificar las actividades según su estado o tipo mediante colores: rojo para actividades pendientes de calificación, verde para actividades realizadas o pasadas, y azul para actividades especiales como evaluaciones.</p> <p>CA3: Desde el calendario general, cuando seleccione una activada, entonces puedo acceder a la edición de la actividad.</p>
---------------------------------	---

**Tabla 7** *Historia de Usuario 3*

<b>Código:</b> HU3	<b>Título:</b> Horario académico	<b>Prioridad:</b> Media
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero seleccionar el ciclo académico y visualizar mi horario asignado para la toma decisiones académicas de las actividades pedagógicas.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: Desde el módulo de horarios, puedo ver la selección automática del sistema para el ciclo académico actual con su horario correspondiente.</p> <p>CA2: Desde la vista del horario, entonces puedo seleccionar el ciclo académico con su horario correspondiente.</p> <p>CA3: Al seleccionar un ciclo académico, cuando veo el horario, entonces puedo ver los campos de fecha, hora materia, paralelo, nivel y la ubicación del aula.</p>	

**Tabla 8** *Historia de Usuario 4*

<b>Código:</b> HU4	<b>Título:</b> Distributivo académico.	<b>Prioridad:</b> Media
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero visualizar el distributivo asignado para la toma de decisiones en base al total de horas académicas y de docencia.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	CA1: Desde el distributivo, se cargará automáticamente el ciclo académico activo y el distributivo correspondiente.	

---

CA2: Al seleccionar un ciclo académico, puedo visualizar la información completa de mis materias, incluyendo código, dependencia, ciclo, descripción, materia, paralelo, modalidad y horas totales asignadas por semana.

CA3: Al haber seleccionado el ciclo académico, puedo ver las actividades académicas regulares y el total de horas de forma seccionada.

CA4: Al haber seleccionado el ciclo académico, puedo ver las actividades complementarias del docente como investigación, docencia, gestión, etc.

---

**Tabla 9** *Historia de Usuario 5*

---

<b>Código:</b> HU5	<b>Título:</b> Registro académico.	<b>Prioridad:</b> Alta
--------------------	------------------------------------	------------------------

---

**Descripción:** Como docente de la UTN, quiero seleccionar el un ciclo académico para visualizar todas las materias.

**Criterios de aceptación:**

CA1: Al ingresar se lista las materias automáticamente según el ciclo académico activo, mostrando campos como carrera, modalidad, nombre de la materia, nivel, paralelo, número de estudiantes, el estado el registro de asistencia y avance.

CA2: Al seleccionar una materia en el registro académico, puedo visualizar su lista de estudiantes, incluyendo nombre, email, correo institucional, celular, número de matrícula, cédula, carrera y estado del aula virtual.

CA3: Desde el registro académico, puedo acceder al registro de asistencia, avance y al aula virtual para gestionar las actividades relacionadas a una materia.

CA4: Estando en el registro académico, puedo consultar y descargar el reporte de notas de los estudiantes, así como ver el porcentaje de avance actual de cada materia.

---

**Tabla 10** *Historia de Usuario 6.1*

---

<b>Código:</b> HU6.1	<b>Título:</b> Fecha del registro de asistencia.	<b>Prioridad:</b> Alta
----------------------	--	------------------------

---

**Descripción:** Como docente de la UTN, quiero seleccionar una fecha específica para registrar la asistencia y cumplir con las regulaciones académicas.

---

---

<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: En el registro de asistencias, la selección de fecha será mostrada en el formato mes en un modal interactivo.</p> <p>CA2: El modal debe mantener un control de fecha de inicio y límite según las regulaciones actuales de la institución.</p> <p>CA3: Al seleccionar una fecha se debe validar con el horario de la materia, no sea feriado nacional y el ciclo académico esté activo.</p>
---------------------------------	---

---

**Tabla 11** *Historia de Usuario 6.2*

---

<b>Código:</b> HU6.2	<b>Título:</b> Registro de asistencia.	Prioridad: Alta
-------------------------	--	-----------------

---

<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero registrar la asistencia de los estudiantes para cada hora de clase de forma masiva.
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: Dado que seleccioné una fecha correcta, puedo visualizar la lista de estudiantes con los campos de cédula, nombres y verificadores para cada hora de la materia.</p> <p>CA2: Todos verificadores de asistencia deben estar seleccionados automáticamente cuando la asistencia no haya sido registrada.</p> <p>CA3: Se debe de mostrar una descripción para cuando no se ha registrado la asistencia del día.</p> <p>CA4: El registro de asistencia será registrada siempre y cuando se hayan hecho cambios después del primer guardado.</p>

---

**Tabla 12** *Historia de Usuario 7.1*

---

<b>Código:</b> HU7.1	<b>Título:</b> Fecha del registro de avance.	Prioridad: Alta
-------------------------	--	-----------------

---

<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, puedo seleccionar una fecha para realizar el registro del avance académico de una materia en específico.
<b>Criterios de aceptación:</b>	CA1: En el registro de avance, la selección de fecha será mostrada en el formato mes en un modal interactivo.

---

---

CA2: Desde el registro de avance, puedo visualizar un dropdown con el contenido de la materia, su estado y los detalles de los avances ya registrados.

CA3: Al seleccionar una fecha se debe validar con el horario de la materia y el ciclo académico esté activo.

---

**Tabla 13** *Historia de Usuario 7.2*

<b>Código:</b> HU7.2	<b>Título:</b> Registro de avance académico de la materia	<b>Prioridad:</b> Alta
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero registrar el avance académico para cumplir con las regulaciones institucionales y mantener el seguimiento del contenido impartido.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: Desde el módulo del registro de avance, al seleccionar un contenido específico, puedo visualizar un botón para registrar el avance.</p> <p>CA2: Al seleccionar una fecha correcta, puedo agregar un nuevo avance, acompañado de un mensaje de verificación.</p> <p>CA3: Desde el registrar el avance, puedo ingresar una fecha y un campo de observación opcional antes de confirmar el registro.</p> <p>CA4: Dado que estoy en el registro de avance, puedo visualizar un mensaje de confirmación al completar el registro.</p>	

---

**Tabla 14** *Historia de Usuario 8*

<b>Código:</b> HU8	<b>Título:</b> Reporte de notas de los estudiantes.	<b>Prioridad:</b> Alta
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero ver la lista de los estudiantes matriculados en la materia con su respectiva nota registrada para cada parcial del semestre.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	CA1: Desde el módulo de registro académico, puedo visualizar la lista de estudiantes con datos personales, notas parciales, supletorio, nota final, porcentaje de inasistencias y estado de aprobación.	

---

---

CA2: Desde el registro de notas, entonces puedo descargar el reporte de notas en formato pdf por medio de un botón.

CA3: Desde la vista de notas, entonces puedo ver una descripción del reglamento de asistencia de la institución.

CA4: Estando en la vista de notas, entonces puedo ver los datos informativos como: nombre de la materia, carrera, nivel y la modalidad.

---

**Tabla 15** *Historia de Usuario 9*

---

<b>Código:</b> HU9	<b>Título:</b> Lista de estudiantes.	<b>Prioridad:</b> Media
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero ver la lista de los estudiantes matriculados en la materia con sus datos relevantes.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	CA1: Desde el módulo de registro académico, puedo visualizar la lista de estudiantes con datos personales como nombres, cédula, el porcentaje de inasistencia. CA2: Desde el listado de estudiantes, puedo filtrar por el nombre del estudiantes.	

---

**Tabla 16** *Historia de Usuario 10*

---

<b>Código:</b> HU10	<b>Título:</b> Calendario de asistencias.	<b>Prioridad:</b> Media
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero ver el registro de las asistencias registradas en un calendario por mes.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	CA1: Desde el registro de asistencias, puedo acceder visualizar el registro de asistencias registradas en formato de mes. CA2: Se debe mostrar un círculo porcentual en cada fecha registra en el calendario y denotar los asistentes y ausentes en el día seleccionado. CA3: Al seleccionar una registro de asistencia en el calendario se debe mostrar un detalles de estudiantes registrados y ausentes.	

---

**Tabla 17** *Historia de Usuario 11*

<b>Código:</b> HU10	<b>Título:</b> Lista de avances registrados.	<b>Prioridad:</b> Media
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero ver el registro de los avances registrados en un calendario.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: Al mostrar la lista de avances, se debe mostrar la fecha, el contenido de la materia y las horas registradas.</p> <p>CA2: La eliminación de un registro de avance será permitido siempre y cuando el avance esté disponible según el horario de la materia.</p> <p>CA3: Al eliminar un avance se debe mostrar un mensaje de éxito.</p>	

**Tabla 18** *Historia de Usuario 12*

<b>Código:</b> HU12	<b>Título:</b> Lista de asistencias registradas.	<b>Prioridad:</b> Alta
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero ver el registro de las asistencias registradas por fecha.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: El listado debe tener un filtrado por fecha de registro.</p> <p>CA2: Se debe poder identificar a los estudiantes que no asistieron.</p> <p>CA3: Se debe poder visualizar el registro de asistencias guardadas para ciclos académicos activos e inactivos.</p>	

**Tabla 19** *Historia de Usuario 13*

<b>Código:</b> HU13	<b>Título:</b> Aula virtual de la materia.	<b>Prioridad:</b> Media
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero ver el calendario específico de la materia con la lista de actividades asignadas, crear, editar y calificar actividades.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: Desde el módulo del aula virtual, puedo ver el calendario de la materia con la lista de actividades en formato por mes.</p> <p>CA2: Se debe identificar las actividades según su estado por calificar: rojo para actividades pendientes, verde para actividades realizadas o pasadas, y azul para actividades especiales como clase síncrona.</p>	

---

CA3: Desde el aula virtual, cuando selecciono una activada, puedo acceder a la edición de la actividad.

CA4: Desde el aula virtual, puedo descargar como pdf a los registros del sílabo y notas de los estudiantes.

---

**Tabla 20** *Historia de Usuario 14*

---

<b>Código:</b> HU14	<b>Título:</b> Lista de actividades.	<b>Prioridad:</b> Media
------------------------	--------------------------------------	-------------------------

---

**Descripción:** Como docente de la UTN, quiero filtrar y visualizar actividades por parcial y estado para facilitar el seguimiento del avance académico.

**Criterios de aceptación:**

CA1: La lista de actividades creadas debe mostrar el tema, descripción, fecha, estado, adjunto y la opción para calificar.

CA2: Se debe permitir el filtrado de actividades por los parciales disponibles y el estado activo e inactivo.

CA3: Al seleccionar una actividad, se debe mostrar las opciones disponibles como editar, calificar, adjunto y enlace siempre y cuando no requiera de los módulos de preguntas online, o foros.

---

**Tabla 21** *Historia de Usuario 15.1*

---

<b>Código:</b> HU15.1	<b>Título:</b> Formulario de actividad	<b>Prioridad:</b> Alta
--------------------------	--	------------------------

---

**Descripción:** Como docente de la UTN, quiero controlar el registro de una actividad.

**Criterios de aceptación:**

CA1: Los datos por defecto deben ser establecidos siempre y cuando exista la actividad para el parcial, el estado, la fecha de inicio, la fecha de fin, e intentos.

CA2: La actividad debe mostrar un mensaje informativo cuando el ciclo académico no está activo y no se permite la actualización.

CA3: La descripción será editable siempre y cuando está no contenga caracteres para para dimensiones web como tablas, y texto extenso.

---

**Tabla 22** *Historia de Usuario 15.2*

<b>Código:</b> HU15.2	<b>Título:</b> Guardar actividad	Prioridad: Alta
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero guardar una actividad y validar los cambios.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	CA1: La actividad se guarda siempre y cuando las fechas sean válidas, el parcial seleccionado se encuentre activo y los campos requeridos de título, política de evaluación, y tipo de actividad se haya seleccionado. CA3: Se debe permitir adjuntar un recurso para la selección de documento local, escanear documento, y tomar foto desde el dispositivo móvil. CA4: Al guardar la actividad se debe cargar el archivo un máximo tamaño de 25 MB y 100 caracteres como límite para el nombre.	

**Tabla 23** *Historia de Usuario 16*

<b>Código:</b> HU16	<b>Título:</b> Calificar la actividad de los estudiantes.	Prioridad: Alta
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero calificar las tareas de los estudiantes para una actividad en el aula virtual para cumplir con las actividades del cuerpo docente.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	CA1: Desde la vista de calificar una actividad, puedo ver el nombre de la materia, carrera, nivel, la modalidad, datos de la actividad, y la fecha. CA2: Puedo visualizar la lista de los estudiantes de la materia con sus nombres, intentos, descripción, adjunto, opción (descargar), calificación, observación, foto, entregado y última fecha de calificación. CA3: Desde la vista para la calificación de una actividad, cuando quiera guardar las calificaciones, puedo ver un mensaje de error cuando el formato de calificación no sea el correspondiente. CA4: Estando en la calificación de una actividad, cuando los datos están correctos, entonces puedo ver un mensaje de éxito al guardar las calificaciones.	

**Tabla 24** *Historia de Usuario 17*

<b>Código:</b> HU17	<b>Título:</b> Visualizar los recursos académicos.	<b>Prioridad:</b> Baja
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero ver los registros de recursos adjuntados y que me permita descargarlos.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: Desde el aula virtual, puedo visualizar el listado de recursos por el tipo, su descripción y fecha de subida.</p> <p>CA2: La lista de los recursos académicos me permite descargar según la disponibilidad del tipo de recurso adjuntado en la plataforma web.</p> <p>CA3: Al seleccionar un recurso descargable de tipo enlace, se debe redireccionar.</p>	

**Tabla 25** *Historia de Usuario 18*

<b>Código:</b> HU18	<b>Título:</b> Registro de notas.	<b>Prioridad:</b> Baja
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero enviar las notas de los estudiantes de un parcial.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	<p>CA1: El registro de notas será habilitado siempre y cuando el parcial esté activo.</p> <p>CA2: Cuando el ciclo académico está inactivo se debe mostrar un mensaje informativo.</p> <p>CA3: Se debe mostrar la lista de estudiantes con los detalles de notas por parcial.</p> <p>CA4: Cuando un registro de notas se enviar se debe mostrar un mensaje de éxito.</p>	

**Tabla 26** *Historia de Usuario 19*

<b>Código:</b> HU19	<b>Título:</b> Detalle de notas.	<b>Prioridad:</b> Baja
<b>Descripción:</b>	Como docente de la UTN, quiero observar los detalles de una nota de un estudiantes por parcial.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	CA1: Se debe mostrar los detalles informativos del estudiante como la foto, nombres y cédula.	

---

CA2: Se debe identificar un gráfico con los porcentajes según el tipo de actividad y las notas del estudiante.

CA3: Cuando se ingrese a los detalles se debe mostrar la lista de actividades calificadas.

CA4: Al seleccionar un actividad seleccionada, se debe poder ver los detalles de la actividad del estudiante.

---

### 1.1.1 Product Backlog

El Product Backlog es un elemento clave en el marco de trabajo Scrum, el cual funciona como un inventario dinámico y priorizado de requisitos. Estos se presentan en formato de historias de usuario que representan las funcionalidades esperadas del producto, alineadas con la visión del Product Owner. La naturaleza iterativa de este backlog permite su actualización continua para adaptarse a las necesidades cambiantes del proyecto y mantener su relevancia en el tiempo [85]. En la **Tabla 23** se determina la lista del product backlog en base a la estimación por historias de usuario.

**Tabla 27** *Product Backlog*

Índice	Código	Descripción	Estimación
1	HU1	Perfil Docente.	2
2	HU4	Distributivo Docente.	2
3	HU3	Horario Docente.	3
4	HU2	Calendario General.	5
5	HU5	Registro Académico.	5
6	HU6.1	Fecha del registro de asistencia.	5
7	HU7.1	Fecha de registro de avance.	5
8	HU8	Reporte las notas.	3
9	HU9	Lista de estudiantes.	2
10	HU10	Calendario de asistencias.	2
11	HU11	Lista de avances registrados.	3

---

12	HU12	Lista de asistencias registradas.	2
13	HU13	Aula Virtual.	5
14	HU14	Lista de actividades.	3
15	HU15.1	Formulario de la actividad.	2
16	HU15.2	Guardar Actividad.	8
18	HU6.2	Registrar asistencia.	8
19	HU7.2	Registro de Avance.	8
20	H16	Calificar actividad.	8
21	H17	Recursos académicos.	3
22	H18	Registro de notas.	8
23	H19	Detalle de notas.	3

## 2.2. Etapa de Juego

### 2.2.1. Sprint 0

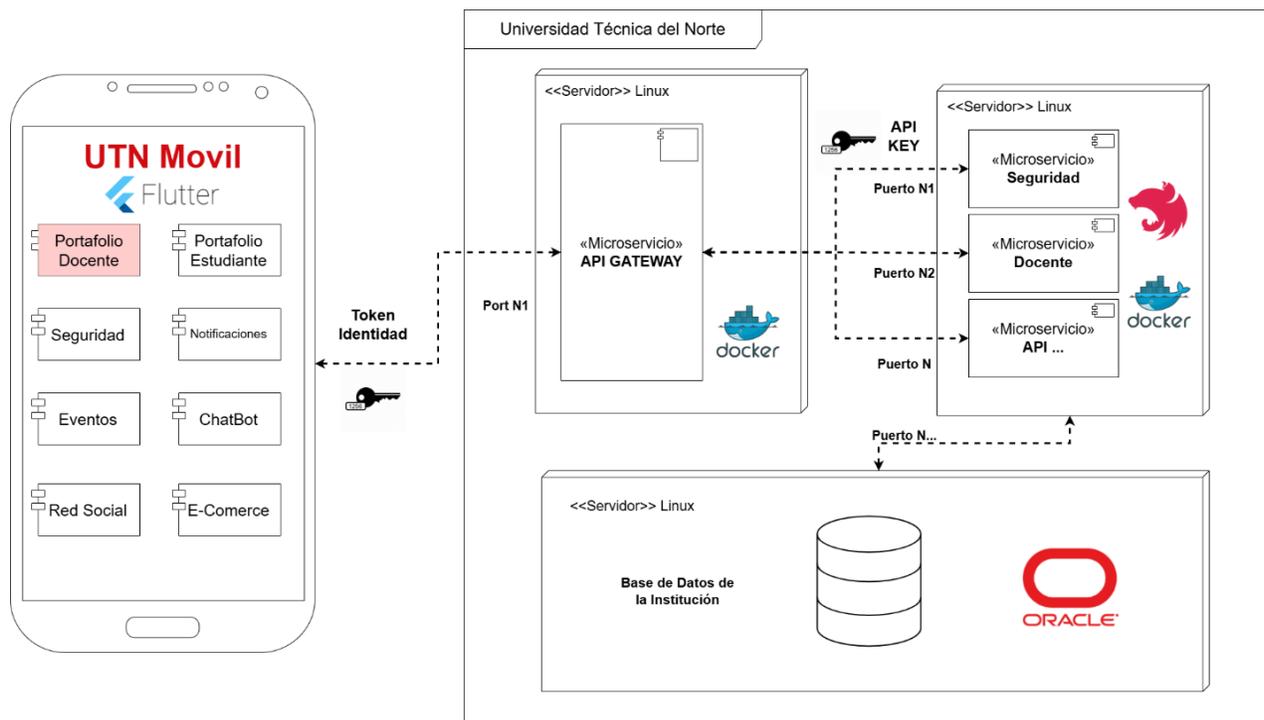
En Scrum, el sprint 0 es la fase inicial, donde se pone en marcha el proyecto y se define los recursos necesarios como los requisitos de software, configuración del entorno de desarrollo y establecer el product backlog. Durante esta etapa, la planificación inicial es clave, ya que principalmente se define la arquitectura de la solución de software. Además, se proporciona una representación estructural, detallando los componentes involucrados que conforman el servicio "Portafolio Docentes" como se muestra en la **Figura 11**.

#### 2.2.1.1. Definición de la arquitectura microservicios

El desarrollo del lado del servidor backend se implementó como una API REST utilizando el framework NestJS de Node.js bajo el lenguaje de programación TypeScript extendido de JavaScript. Para interactuar con la base de datos Oracle de la UTN, se integró la librería de TypeORM. Esta combinación tecnológica garantiza una sólida integración entre la aplicación y la base de datos, asegurando la consistencia de los datos y facilitando el desarrollo ágil.

En la arquitectura propuesta, el API Gateway funciona como el punto central para la gestión de la seguridad y el control de acceso. Esta recibe un token con los datos necesarios para la autenticación del usuario y valida su integridad. Una vez autenticada la solicitud, el API Gateway redirige las peticiones al microservicio correspondiente. Estas solicitudes son generadas por un cliente móvil desarrollado en Flutter. Tras completar la validación y el procesamiento de la solicitud, el backend gestiona los datos requeridos y devuelve la información en formato JSON, garantizando así una comunicación eficiente y segura entre el cliente y el servidor como lo muestra la Figura 12.

**Figura 11** *Arquitectura Microservicios*



*Fuente: Propia*

### 2.2.1.2. Acceso al entorno de desarrollo APEX

Esta tarea se consolidó como una de las más importantes dentro de la fase inicial del proyecto, ya que permitió una adaptación precisa del servicio "Portafolio Docentes" a los requerimientos actuales. El acceso al entorno de desarrollo de Oracle APEX de la UTN fue

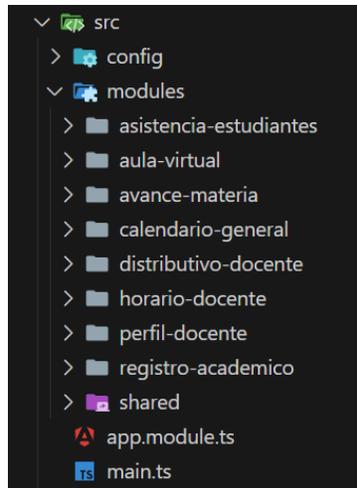
gestionado con éxito gracias al apoyo del DDTI, quienes proporcionaron los permisos y credenciales necesarios, cumpliendo con los protocolos legales establecidos para la protección de datos.

Una vez obtenido el acceso, fue posible visualizar la aplicación web original en modo espectador, lo que permitió extraer y analizar las consultas SQL y PL/SQL asociadas a las funcionalidades definidas en el alcance del proyecto. En este entorno, se logró identificar y comprender las secciones principales de la aplicación "Portafolio Docente", así como las validaciones y controles de acceso implementados para cada funcionalidad. Esta tarea fue fundamental para garantizar una transición fluida hacia la nueva arquitectura, permitiendo definir con precisión las bases necesarias para el desarrollo y la implementación de las nuevas soluciones en fases posteriores del proyecto.

#### 2.2.1.3. Definición de la estructura del proyecto Backend

Se empleó Git con GitHub como sistema de control de versiones para gestionar de manera eficiente el desarrollo del backend. Esta herramienta permitió unificar los distintos microservicios en un único repositorio, facilitando la colaboración y asegurando la trazabilidad de los cambios. De esta manera, se definió una estructura sólida y coherente para el proyecto, la cual se muestra en la siguiente Figura 12.

#### **Figura 12** *Estructura Backend*



*Fuente: Propia*

La carpeta **src** contiene la lógica central del proyecto, organizada en módulos para una mejor gestión. La autenticación se configura en la carpeta 'config', mientras que las demás funcionalidades se encuentran en la carpeta **modules**. Esta estructura modular de NestJS, promueve la mantenibilidad y la extensibilidad del código. Para garantizar la calidad del software, se ha implementado una exhaustiva suite de pruebas unitarias en la carpeta **test**, reflejando la estructura de los módulos de **src** y facilitando la detección de errores.

En la carpeta **modules**, cada funcionalidad está organizada en subcarpetas específicas que agrupan los elementos necesarios para su desarrollo y mantenimiento. Por ejemplo:

- I. **dto**: Contiene los objetos de transferencia de datos (Data Transfer Objects) utilizados para estructurar y validar la información obtenida desde la base de datos Oracle.
- II. **exceptions**: En esta carpeta puede contener los errores personalizados, que se relacionan con la funcionalidad del módulo, permitiendo manejar errores de forma controlada y consistente.

- III. **repository**: Mantiene una interacción directa con la base de datos. Dentro de esta carpeta se encuentra la subcarpeta *queries*, que almacena consultas SQL para cada caso de uso, y *request*, donde se define la estructura de respuesta con la librería de *class-validator*, que asegura la validación de los parámetros requeridos por las peticiones GET, POST and DELETE.

Archivos principales del módulo:

- I. El archivo **.service.ts** por medio de la inyección de dependencias accede al repositorio para establecer la lógica del negocio si fuera el caso.
- II. El archivo **.cotroller.ts** define los endpoints de la API relacionados con este módulo, gestiona las solicitudes HTTP entrantes, y da respuestas a las mismas.
- III. El archivo **.module.ts** configura y exporta el módulo, registrando sus componentes principales en el ecosistema de NestJS. Y para el archivo principal **app.module.ts** se definen todos los módulos integrales de todo el microservicio.

#### 2.2.1.4. Definición la estructura del proyecto Frontend

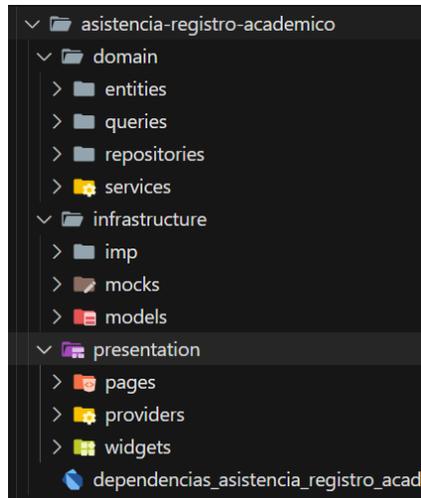
La estructura de la aplicación móvil multiplataforma se definió utilizando el framework Flutter, desarrollado con el lenguaje de programación Dart. El proyecto se gestionó dentro del mismo repositorio UTN-MOVIL en GitHub, que centraliza tanto los servicios como la aplicación móvil de la UTN. La organización del código sigue el enfoque de arquitectura limpia y asegurando una separación clara de responsabilidades por capas en el proyecto.

La estructura de aplicación móvil es modular y escalable. Siguiendo la arquitectura limpia dentro de la carpeta *lib* se establece todas las características a nivel de lógica e interfaz como punto central de la aplicación. Dentro de este directorio esta los archivos, librerías y carpetas principales como:

- **main.dart:** Este archivo es el punto de ejecución y es el encargado de definir los parámetros necesarios para ejecutar la aplicación móvil como la inicialización de las dependencias y variables de entorno.
- **Librerías fundamentales:** Esta aplicación móvil se basa en librerías como *dio* para la gestión de solicitudes HTTP del backend, *get\_it* para el manejo de inyección de dependencias, *provider* para la gestión de estados y *go\_router* para el flujo de navegación entre páginas.
- **Injection\_container.dart:** Es uno de los archivos principales dentro de la aplicación móvil, ya que inicializa y registra las dependencias por medio de *GetIt*. Dado que en la aplicación incluye más microservicios como Portafolio Docentes y Portafolio Estudiantes, este archivo permite gestionar de manera modular para cada microservicio integrado.
- **app.dart:** Actúa como el widget principal de la aplicación, siendo el punto de entrada que se renderiza al inicio de su ejecución. Dentro de este archivo se configura la estructura base de la aplicación y se inicializan características esenciales, tales como las configuraciones del tema, rutas de navegación, localización e idiomas.
- **shared:** Es un directorio que cumple la función de reutilizar funciones y widgets de manera conjunta para todos los módulos que integren la aplicación.
- **config:** Es la carpeta que contiene los archivos encargados de organizar las configuraciones globales, constantes, navegación y temas para aplicación Flutter.

El directorio de *apps* es el punto de entrada para establecer toda la estructura de una sub-aplicación como es el “Portafolio Docente”, y se establece como se presenta en la figura 13.

**Figura 13** Estructura Proyecto Flutter



*Fuente: Propia*

La capa de **domain** contiene las **entities** que cumplen con la estructura de datos requerida para la solicitud al backend. También integra la carpeta **queries** que de manera similar a las entidades constituyen la estructura de los parámetros requeridos para cada solicitud. Dentro de la carpeta de dominio, se establece principalmente la lógica del negocio que se maneja en las carpetas de **repositories** y **services**.

El directorio de **infraestructura** es la capa que establece los métodos necesarios para la comunicación con el backend. En esta capa se maneja las sub-carpetas de **imp**, **models** y **mocks** donde se implementan los métodos contenidos en la capa de dominio. La primera carpeta se implementa el repositorio, la segunda se centra en el mapeo de la estructura de datos definidas en cada entidad y la tercera cumple de manera similar a la carpeta **imp**, donde se establecen datos simulados a cada petición al backend.

En la capa de **presentation** se establecen los componentes como widgets, métodos lógicos, y páginas que en conjunto integran la interfaz de usuario por caso de uso. Las tres carpetas se definen como:

- **providers:** Gestiona el estado de la aplicación, incluyendo la interacción con la capa de dominio en función realizar las peticiones realizadas al backend.
- **widgets:** Componentes personalizados y reutilizables que en conjunto establecen una página para cada caso de uso requerido.
- **pages:** Son puntos de entrada para cada caso de uso en una aplicación. Estas páginas integran diversos widgets visuales que, de manera organizada y modular, conforman una vista completa. La lógica relacionada con el estado y la gestión de datos se delega a los providers, permitiendo que las páginas se enfoquen exclusivamente en la presentación de la interfaz de usuario.

Finalmente, en el archivo encargado de registrar las dependencias, ubicado al final de todas las capas, se inicializan y gestionan los providers, services y repositories. Esto se realiza con el objetivo de garantizar una inyección de dependencias eficiente y controlada mediante el contenedor GetIt.

## 2.2.2. Sprint 1

### 2.2.2.1. Planificación Sprint 1

En conjunto con el equipo Scrum se definió las historias de usuario iniciales que integran el Sprint Backlog como se muestra en la tabla 28. Se reservan 6h en caso de ser requeridas.

**Tabla 28** *Sprint Backlog 1*

Código	Nombre	Tarea	Horas
H01	Perfil Docente.	Desarrollo de endpoint GET.	1
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	2
H04	Distributivo Docente.	Desarrollo de endpoint GET.	1

		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	2
H03	Horario Docente.	Desarrollo de endpoint GET.	1
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	1
H02	Calendario General.	Desarrollo de endpoint GET.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	2
		Desarrollo de interfaz.	3
TOTAL			18

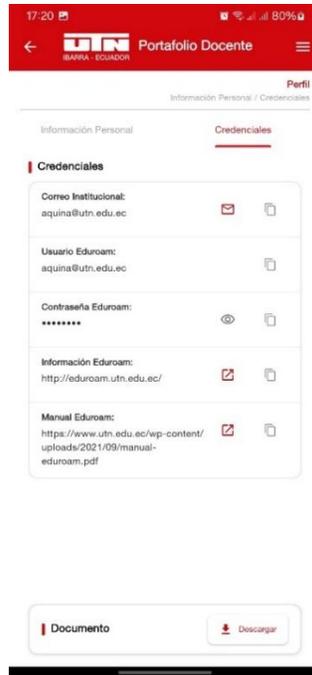
#### 2.2.2.2. Incremento Sprint 1

Para H01 se establece los datos generales, credenciales, y hoja de vida del docente como recurso descargable.

**Figura 14** Perfil Docente con datos generales



**Figura 15** Datos generales con credenciales



En la Figura 17 se muestra los detalles de las actividades del docente contabilizado por contabilizado por el total de horas por semana.

**Figura 16** *Distributivo académico*



Figura 17 Distributivo complementario



Posteriormente, se presenta el horario académico docente, el cual se enfoca en dar información de lunes a domingo con los detalles de horario.

Figura 18 Horario Docente



Para finalizar este sprint se realizó el calendario general docente como muestra la figura 20. El calendario muestra una lista de actividades por estado de calificación.

**Figura 19** *Calendario General*



### 2.2.2.3. Revisión Sprint 1

Para la revisión del sprint 1 se consideró los factores de éxito en base al cumplimiento pro cada historia de usuario. En la siguiendo tabla se muestra los casos cumplidos.

**Tabla 29** *Revisión de éxito por historia de usuario*

Código	Criterios de Aceptación	Cumple
H01	CA1: Estando autenticado, cuando ingreso al perfil docente, entonces puedo observar mis datos generales, credenciales académicas y la foto de forma seccionada.	SI
	CA2: Desde el perfil docente, entonces puedo visualizar y descargar si es que está disponible mi hoja de vida en formato pdf.	SI
	CA3: Al acceder al perfil docente, puedo visualizar mis datos generales, incluyendo información personal, de contacto y detalles sobre mi ingreso al cuerpo docente.	SI

---

	CA4: Estando en el perfil docente, entonces puedo visualizar mis credenciales académicas con el usuario, contraseña, información Eduroam y Manual.	SI
H04	CA1: Desde el módulo del distributivo, se cargará automáticamente el ciclo académico actual con el distributivo correspondiente.	SI
	CA2: Al seleccionar un ciclo académico, puedo visualizar la información completa de mis materias, incluyendo código, dependencia, ciclo, descripción, materia, paralelo, modalidad y horas totales asignadas.	SI
	CA3: Al haber seleccionado el ciclo académico, puedo ver las actividades académicas regulares y el total de horas de forma seccionada.	SI
	CA4: Al haber seleccionado el ciclo académico, entonces puedo ver las actividades personales y el total de horas de forma seccionada.	SI
H03	CA1: Desde el módulo de horarios, puedo ver la selección automática del sistema para el ciclo académico actual con su horario correspondiente.	SI
	CA2: Desde la vista del horario, entonces puedo seleccionar el ciclo académico con su horario correspondiente.	SI
	CA3: Al seleccionar un ciclo académico, cuando veo el horario, entonces puedo ver los campos de fecha, hora materia, paralelo, nivel y la ubicación del aula.	SI
H02	CA1: Desde el calendario académico general, entonces puedo visualizar las actividades creadas para todas las materias con un formato de calendario por mes.	SI
	CA2: Desde el calendario general, puedo identificar las actividades según su estado o tipo mediante colores: rojo para actividades pendientes de calificación, verde para actividades realizadas o pasadas, y azul para actividades especiales como evaluaciones.	SI
	CA3: Desde el calendario general, cuando seleccione una activada, entonces puedo acceder a la edición de la actividad.	SI

---

#### 2.2.2.4. Retrospectiva Sprint 1

En esta ceremonia final para el sprint 1 se llegó a la conclusión de mantener la lista de actividades identificadas el estado de calificación, además de la identificación y cumplimiento de un control para la actividad que está definida como final de ciclo.

### 2.2.3. Sprint 2

#### 2.2.3.1. Planificación Sprint 2

Para la reunión de planificación para el Sprint Backlog 2 se definió con el equipo Scrum. En la tabla 30 se muestra las historias de usuario a implementar en esta etapa. Hay que considerar que son historias de usuario clave, en donde se reservan 6h frente a imprevistos.

**Tabla 30** *Sprint Backlog 2*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tarea</b>	<b>Horas</b>
H05	Registro Académico.	Desarrollo de endpoints GET.	3
		Validación del registro académico.	3
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	4
H06.1	Selección de fechas en el registro de asistencia.	Desarrollo de endpoints GET.	3
		Validaciones de fechas de asistencia.	3
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	4
H07.1	Selección fechas para el registro de avance.	Desarrollo de endpoints GET.	3
		Validación para registro de avance.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	4
H08	Reporte las notas.	Desarrollo de endpoints GET.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	2
H09	Lista de estudiantes.	Desarrollo de endpoint GET.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	1
H10	Calendario de asistencias.	Desarrollo de endpoint GET.	2
		Validar el estado del ciclo académico	2

		Desarrollo de pruebas unitarias.	2
		Desarrollo de interfaz.	2
H11	Lista de avances registrados.	Desarrollo de endpoints GET.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
H12	Lista de asistencias registradas.	Desarrollo de interfaz.	3
		Desarrollo de endpoints GET.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	3
TOTAL			56

### 2.2.3.2. Incrementos Sprint 2

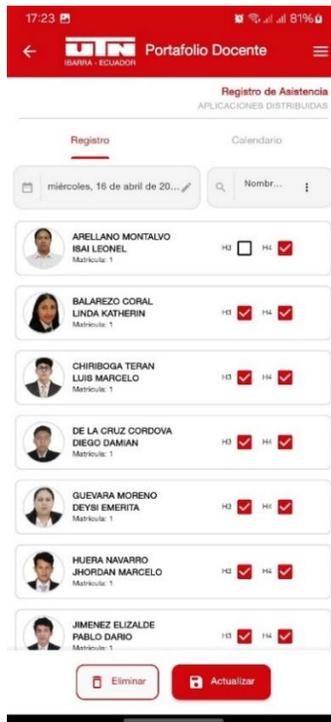
En el primer incremento se enfoca en mostrar la lista de materias del docente. El registro académico es la fuente de acceso a la lista de estudiantes, registros de avance y asistencia.

**Figura 20** Registro Académico



La figura 21 muestra el registro de asistencia con el control de selección de fecha y la lista de estudiantes con su identificador (checkbox) por hora de asistencia.

Figura 21 Obtener el registro de asistencia



El registro de avance se muestra en este sprint como presentación de información y el control de selección de fecha.

Figura 22 Obtener el registro de avance



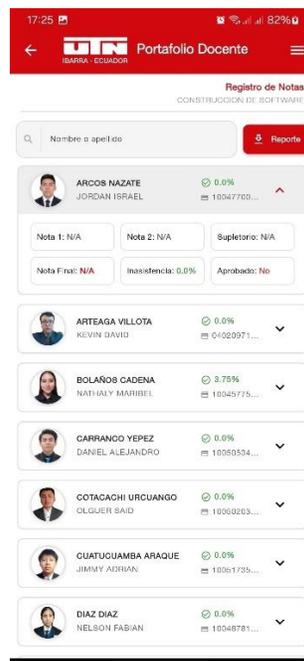
Para complementar al registro de asistencia, se muestra calendario de asistencias registradas.

**Figura 23** *Calendario de asistencias*



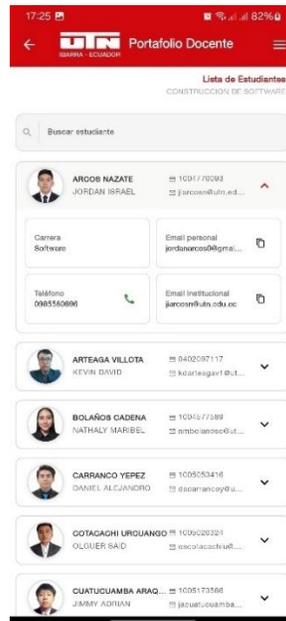
A continuación se detalla la historia de usuario para el reporte de notas generales de la materia en el registro académico como se muestra en la figura 25.

**Figura 24** *Reporte de notas*



La figura 26 muestra el listado de estudiantes con sus detalles informativos.

**Figura 25** Lista de estudiantes



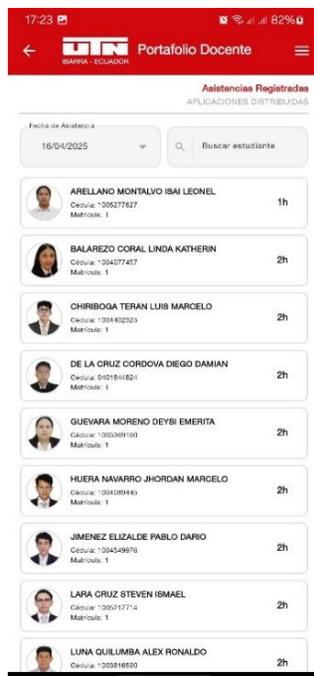
En el registro de avance se cuenta con el apartado para listar los avances registrados.

**Figura 26** Lista de avances registrados



El calendario de asistencias tiene la finalidad de permitir el acceso a la lista de registros de asistencias para ciclos académicos activos e inactivos.

**Figura 27** Lista de asistencias registradas



### 2.2.3.3. Revisión Sprint 2

**Tabla 31** Revisión de los criterios de aceptación para el sprint 2

Código	Criterios de Aceptación	Cumple
H05	CA1: Desde el módulo de registro académico, se cargará automáticamente el ciclo académico actual con su lista de materias, mostrando campos como carrera, modalidad, nombre de la materia, nivel, paralelo, número de estudiantes y los porcentajes de planificación y ejecución.	SI
	CA2: Al seleccionar una materia en el registro académico, puedo visualizar su lista de estudiantes, incluyendo nombre, email, correo institucional, celular, número de matrícula, cédula, carrera y estado del aula virtual.	SI
	CA3: Desde el registro académico, puedo acceder mediante botones al registro de asistencia, al avance académico y al aula virtual para gestionar las actividades relacionadas con cada materia.	SI

---

	CA4: Estando en el registro académico, puedo consultar y descargar el reporte de notas de los estudiantes, así como ver el porcentaje de avance actual de cada materia basado en el contenido del sílabo.	SI
H06.1	CA1: En el registro de asistencias, la selección de fecha será mostrada en el formato mes en un modal interactivo.	SI
	CA2: El modal debe mantener un control de fecha de inicio y límite según las regulaciones actuales de la institución.	SI
	CA3: Al seleccionar una fecha se debe validar con el horario de la materia, no sea feriado nacional y el ciclo académico esté activo.	SI
H07.1	CA1: En el registro de avance, la selección de fecha será mostrada en el formato mes en un modal interactivo.	SI
	CA2: Desde el registro de avance, puedo visualizar un dropdown con el contenido de la materia, su estado y los detalles de los avances ya registrados.	SI
	CA3: Al seleccionar una fecha se debe validar con el horario de la materia y el ciclo académico esté activo.	SI
H08	CA1: Desde el módulo de registro académico, puedo visualizar la lista de estudiantes con datos personales, notas parciales, supletorio, nota final, porcentaje de inasistencias y estado de aprobación.	SI
	CA2: Desde el registro de notas, entonces puedo descargar el reporte de notas en formato pdf por medio de un botón.	SI
	CA3: Desde la vista de notas, entonces puedo ver una descripción del reglamento de asistencia de la institución.	SI
	CA4: Estando en la vista de notas, entonces puedo ver los datos informativos como: nombre de la materia, carrera, nivel y la modalidad.	SI
H09	CA1: Desde el módulo de registro académico, puedo visualizar la lista de estudiantes con datos personales como nombres, cédula, etc.	SI
	CA2: Desde el listado de estudiantes, puedo filtrar por el nombre del estudiantes.	SI
H10	CA1: Desde el registro de asistencias, puedo acceder visualizar el registro de asistencias registradas en formato calendario por mes.	SI
	CA2: Se debe mostrar un círculo porcentual en cada fecha registra en el calendario y denotar los asistentes y ausentes en el día seleccionado.	SI

---

---

	CA3: Al seleccionar una registro de asistencia en el calendario se debe mostrar un detalles de estudiantes registrados y ausentes.	SI
H11	CA1: Al mostrar la lista de avances, se debe mostrar la fecha, el contenido de la materia y las horas registradas.	SI
	CA2: La eliminación de un registro de avance será permitido siempre y cuando el avance esté disponible según el horario de la materia.	SI
	CA3: Al eliminar un avance se debe mostrar un mensaje de éxito.	SI
H12	CA1: El listado debe tener un filtrado por fecha de registro.	SI
	CA2: Se debe poder identificar a los estudiantes que no asistieron.	SI
	CA3: Se debe poder visualizar el registro de asistencias guardadas para ciclos académicos activos e inactivos.	SI

---

#### 2.2.3.4. Retrospectiva Sprint 2

En esta reunión se definió las mejoras para el registro de avance, para lograr una actualización en tiempo real de los porcentajes de planificación y ejecución, tanto como para el total y para el día actual. Además, se necesita realizar cambios en las interfaces de registro de asistencias, debido a la posible confusión que podría sucintarse por botones inferiores. Por otro lado, la satisfacción de lograr las validaciones estrictamente como se las hace en la aplicación original en APEX es fue un gran avance para este sprint.

#### 2.2.4. Sprint 3

##### 2.2.4.1. Planificación Sprint 3

Para este tercer sprint se planificó en conjuntos con el Scrum Master, Product Owner y el equipo de desarrollo. Como resultado se describe el product backlog que se muestra en la tabla 28.

**Tabla 32** *Product Backlog del Sprint 3*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tarea</b>	<b>Horas</b>
H13	Aula Virtual	Desarrollo de endpoints GET.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	3
H14	Lista de actividades	Desarrollo de endpoints GET.	4
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	4
H15.1	Formulario de actividad	Desarrollo de endpoints GET.	3
		Validación para el formulario de actividad.	3
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	3
H15.2	Guardar actividad	Desarrollo de endpoints POST.	4
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
H6.2	Registrar asistencia	Desarrollo del endpoint POST	4
		Desarrollo de pruebas unitarias	1
H7.2	Registro de avance	Desarrollo del endpoint POST	4
		Desarrollo de pruebas unitarias	1
TOTAL		40	

#### 2.2.4.2. Incrementos Sprint 3

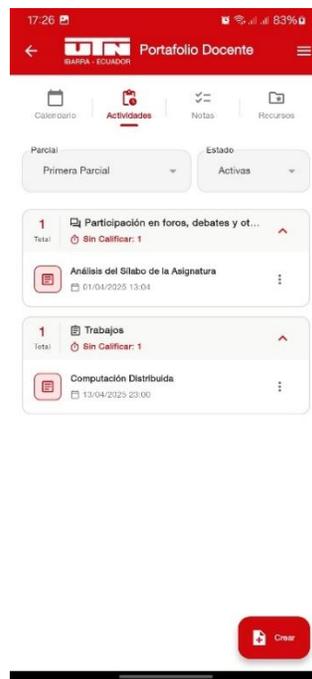
En la siguiente figura se muestra el calendario de la materia como acceso principal a las funcionales del aula virtual docente.

**Figura 28** *Aula Virtual*



Como complemento dentro del aula virtual se implementó el listado de actividades creadas por el docentes filtradas por estado y parciales disponibles en la materia.

**Figura 29** *Lista de actividades*



Además, como se ilustra en la figura 30, y como finalidad para guardar o actualizar una actividad se implementó el formulario que permitió realizar estas operaciones.

Figura 30 Formulario de la actividad sección 1

The screenshot shows the 'Formulario de la actividad sección 1' in the 'Portafolio Docente' app. The interface is in Spanish and includes the following elements:

- Header:** 'Portafolio Docente' with the logo of the institution (UNSAE - ECUADOR).
- Title:** 'Análisis del Silabo de la Asignatura'.
- Content Editor:** A rich text editor with a toolbar containing icons for bold (B), italic (I), bulleted list, numbered list, and link.
- Content:** A dropdown menu set to 'UNIDAD 1 INTRODUCCIÓN'.
- Detalles de la Actividad:** A section with four dropdown menus:
  - Parcial:** 'Primera Parcial'
  - Política de Evaluación:** 'Participación en foros, debates y otras actividades (10%)'
  - Tipo de Actividad:** 'Respuesta con Adjunto'
- Buttons:** A red 'Actualizar' button at the bottom.

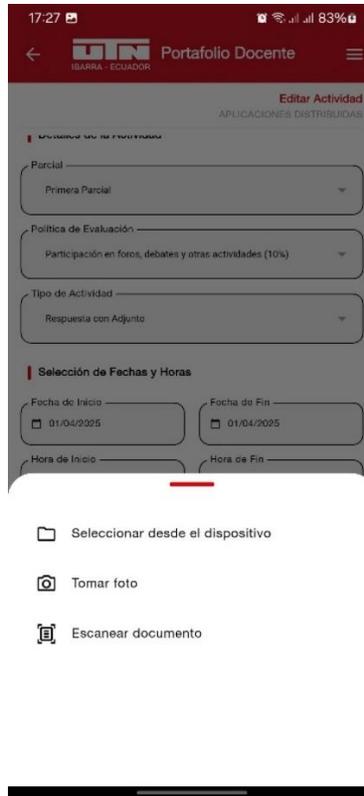
Figura 31 Formulario de la actividad sección 2

The screenshot shows the 'Formulario de la actividad sección 2' in the 'Portafolio Docente' app. The interface is in Spanish and includes the following elements:

- Header:** 'Portafolio Docente' with the logo of the institution (UNSAE - ECUADOR).
- Parcial:** A dropdown menu set to 'Primera Parcial'.
- Política de Evaluación:** A dropdown menu set to 'Participación en foros, debates y otras actividades (10%)'.
- Tipo de Actividad:** A dropdown menu set to 'Respuesta con Adjunto'.
- Selección de Fechas y Horas:** A section with four input fields:
  - Fecha de Inicio:** '01/04/2025'
  - Fecha de Fin:** '01/04/2025'
  - Hora de Inicio:** '12:04'
  - Hora de Fin:** '13:04'
- Selección de Intentos y Estado:** A section with two dropdown menus:
  - Intentos:** '3'
  - Estado:** 'Activa'
- Adjunto:** A section with a 'Seleccionar un archivo' button and a file selection icon.
- Buttons:** A red 'Actualizar' button at the bottom.

Una de las características que se implementó para seleccionar tres métodos de adjuntar un documento se muestra en la figura 32.

**Figura 32** Selección de tipo de adjunto



### 2.2.4.3. Revisión Sprint 3

En la tabla 33 se describe y verifica el cumplimiento para las historias de usuario planificadas en el producto product backlog del presente sprint.

**Tabla 33** Revisión de los criterios de aceptación del Sprint 3

Código	Criterios de Aceptación	Cumple
H13	CA1: Desde el módulo del aula virtual, puedo ver el calendario de la materia con la lista de actividades en formato por mes.	SI
	CA2: Se debe identificar las actividades según su estado por calificar: rojo para actividades pendientes, verde para actividades realizadas o pasadas, y azul para actividades especiales como clase síncrona.	SI

---

	CA3: Desde el aula virtual, cuando selecciono una activada, puedo acceder a la edición de la actividad.	SI
	CA4: Desde el aula virtual, puedo descargar como pdf a los registros del sílabo y notas de los estudiantes.	SI
H14	CA1: La lista de actividades creadas debe mostrar el tema, descripción, fecha, estado, adjunto y la opción para calificar.	SI
	CA2: Se debe permitir el filtrado de actividades por los parciales disponibles y el estado activo e inactivo.	SI
	CA3: Al seleccionar una actividad, se debe mostrar las opciones disponibles como editar, calificar, adjunto y enlace siempre y cuando no requiera de los módulos de preguntas online, o foros.	SI
H15.1	CA1: Los datos por defecto deben ser establecidos siempre y cuando exista la actividad para el parcial, el estado, la fecha de inicio, la fecha de fin, e intentos.	SI
	CA2: La actividad debe mostrar un mensaje informativo cuando el ciclo académico no está activo y no se permite la actualización.	SI
	CA3: La descripción será editable siempre y cuando está no contenga caracteres para para dimensiones web como tablas, y texto extenso.	SI
H15.2	CA1: La actividad se guarda siempre y cuando las fechas sean válidas, el parcial seleccionado se encuentre activo y los campos requeridos de título, política de evaluación, y tipo de actividad se haya seleccionado.	SI
	CA3: Se debe permitir adjuntar un recurso para la selección de documento local, escanear documento, y tomar foto desde el dispositivo móvil.	SI
	CA4: Al guardar la actividad se debe cargar el archivo un máximo tamaño de 25 MB y 100 caracteres como límite para el nombre.	SI
	CA1: La actividad se guarda siempre y cuando las fechas sean válidas, el parcial seleccionado se encuentre activo y los campos requeridos de título, política de evaluación, y tipo de actividad se haya seleccionado.	SI
H6.2	CA1: Dado que seleccioné una fecha correcta, puedo visualizar la lista de estudiantes con los campos de cédula, nombres y verificadores para cada hora de la materia.	SI
	CA2: Todos verificadores de asistencia deben estar seleccionados automáticamente cuando la asistencia no haya sido registrada.	SI

---

	CA3: Se debe de mostrar una descripción para cuando no se ha registrado la asistencia del día.	SI
	CA4: El registro de asistencia será registrada siempre y cuando se hayan hecho cambios después del primer guardado.	SI
H7.2	CA1: Desde el módulo del registro de avance, al seleccionar un contenido específico, puedo visualizar un botón para registrar el avance.	SI
	CA2: Al seleccionar una fecha correcta, puedo agregar un nuevo avance, acompañado de un mensaje de verificación.	SI
	CA3: Desde el registrar el avance, puedo ingresar una fecha y un campo de observación opcional antes de confirmar el registro.	SI
	CA4: Dado que estoy en el registro de avance, puedo visualizar un mensaje de confirmación al completar el registro.	SI

#### 2.2.4.4. Retrospectiva Sprint 3

En esta reunión se pudo demostrar el éxito de la extensión funcional para el registro de asistencia, debido a que se identifica un aumento en el rendimiento de la aplicación cuando se realiza la inserción de datos de forma masiva. Además, se pudo completar con las metas planteadas para este sprint con las funcionalidades de mayor uso.

#### 2.2.5. Sprint 4

##### 2.2.5.1. Planificación Sprint 4

Finalmente, para el ultimo Sprint se realizó la reunión con el equipo SCRUM, donde se obtuvo el product backlog como se ilustra en la tabla 34.

**Tabla 34** *Sprint backlog 4*

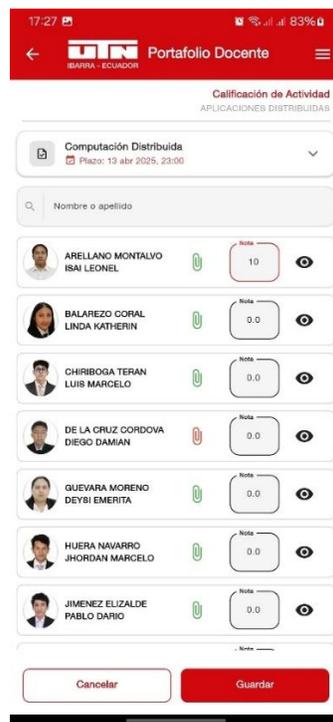
Código	Nombre	Tarea	Horas
H16	Calificar la actividad	Desarrollo de endpoints GET/POST.	4
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1

		Validación para la calificación de actividad.	3
		Desarrollo de interfaz.	4
H17	Recursos académicos	Desarrollo de endpoints GET.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	2
H18	Registros de notas	Desarrollo de endpoint GET/POST.	4
		Validación para el registro de notas.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
		Desarrollo de interfaz.	3
H19	Detalle de notas	Desarrollo de endpoints GET.	2
		Desarrollo de pruebas unitarias.	1
TOTAL		30	

### 2.2.5.2. Incrementos Sprint 4

La función de calificar una actividad se muestra en la figura 32.

**Figura 33** *Calificar actividad*



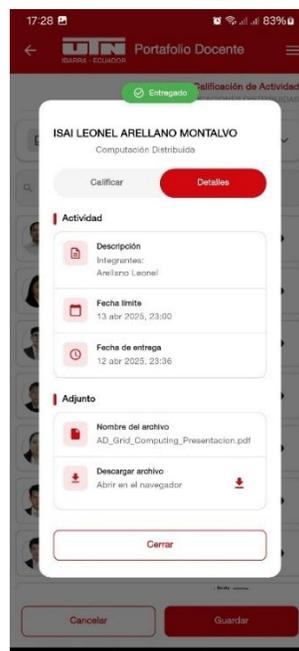
El registro de la calificación además se puede registrar para un estudiante en particular como se muestra en la figura 34.

**Figura 34** Registro de calificación individual



Además, para este caso de uso se implementó los detalles de la actividad registrada por el estudiante como se muestra en la figura 35.

**Figura 35** Detalles de la actividad del estudiante



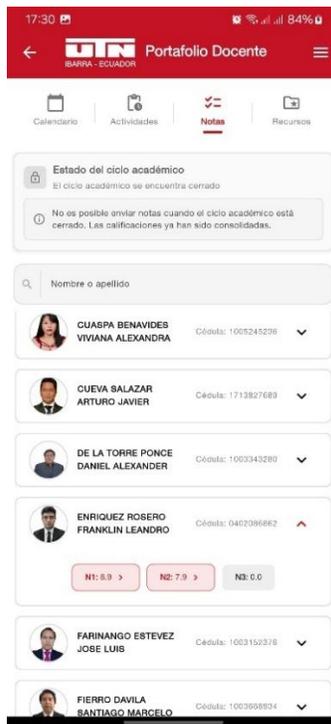
Para el siguiente incremento se lista los recursos adjuntados por el docente como recurso descargable, y con redirección en el caso de ser un enlace.

**Figura 36** Lista de recursos académicos



El registro de notas es una actividad clave como se presenta en la figura 37.

**Figura 37** Registro de notas



Para concluir con el desarrollo, los detalles de las notas previamente registradas de los estudiantes, se muestra en la figura 38.

**Figura 38** Detalle de notas del estudiante sección 1



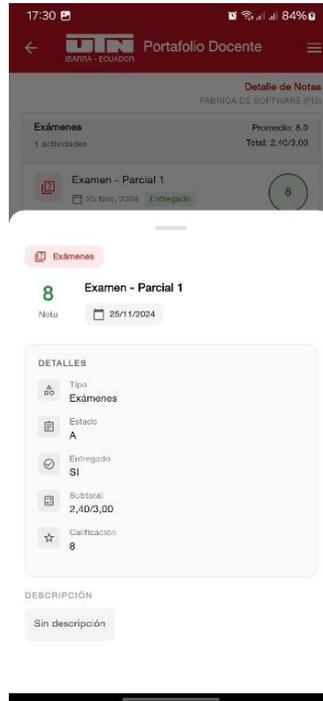
En la misma interfaz se tiene la sección de la lista de actividades del estudiante.

**Figura 39** Lista de actividades calificadas



Los detalles de una actividad calificada se muestran en la figura 40

**Figura 40** Detalles de la calificación de una actividad



### 2.2.5.3. Revisión Sprint 4

En la siguiente Tabla se muestra el cumplimiento de los criterios de aceptación para el Sprint.

**Tabla 35** Revisión de los criterios de aceptación del Sprint 4

Código	Criterios de Aceptación	Cumple
H16	CA1: Desde la vista de calificar una actividad, puedo ver el nombre de la materia, carrera, nivel, la modalidad, datos de la actividad, y la fecha.	SI
	CA2: Puedo visualizar la lista de los estudiantes de la materia con sus nombres, intentos, descripción, adjunto, opción (descargar), calificación, observación, foto, entregado y última fecha de calificación.	SI
	CA3: Desde la vista para la calificación de una actividad, cuando quiera guardar las calificaciones, puedo ver un mensaje de error cuando el formato de calificación no sea el correspondiente.	SI

---

	CA4: Estando en la calificación de una actividad, cuando los datos están correctos, entonces puedo ver un mensaje de éxito al guardar las calificaciones.	SI
H17	CA1: Desde el aula virtual, puedo visualizar el listado de recursos por el tipo, su descripción y fecha de subida.	SI
	CA2: La lista de los recursos académicos me permite descargar según la disponibilidad del tipo de recurso adjuntado en la plataforma web.	SI
	CA3: Al seleccionar un recurso descargable de tipo enlace, se debe redireccionar.	SI
H18	CA1: El registro de notas será habilitado siempre y cuando el parcial esté activo.	SI
	CA2: Cuando el ciclo académico está inactivo se debe mostrar un mensaje informativo.	SI
	CA3: Se debe mostrar la lista de estudiantes con los detalles de notas por parcial.	SI
	CA4: Cuando un registro de notas se enviar se debe mostrar un mensaje de éxito.	SI
H19	CA1: Se debe mostrar los detalles informativos del estudiante como la foto, nombres y cédula.	SI
	CA2: Se debe identificar un gráfico con los porcentajes según el tipo de actividad y las notas del estudiante.	SI
	CA3: Cuando se ingrese a los detalles se debe mostrar la lista de actividades calificadas.	SI
	CA4: Al seleccionar un actividad seleccionada, se debe poder ver los detalles de la actividad del estudiante.	SI

---

#### 2.2.5.4. Retrospectiva Sprint 4

El control de las validaciones desde le backend le permite a la aplicación mantenerse ante cambios institucionales, asegurando un mantenimiento centralizado. Esta retrospectiva final concluyó con éxito las funcionalidades clave propuestas en el alcance del proyecto, lo cual cumplió con el objetivo principal para este capítulo.

### **2.3.Etapa de post-Juego**

Durante esta etapa, se realizó el despliegue del microservicio “Portafolio Docentes” como parte del de la arquitectura modular definida en la primer etapa para el desarrollo de la aplicación móvil institucional. Para ello, se empleó Docker para lograr una óptima consistencia, aislamiento y portabilidad. Mediante esta herramienta, tanto el servicio como sus componentes necesarios quedan consolidados dentro de un entorno que se puede replicar o migrar fácilmente, eliminando así posibles problemas derivados con la inconsistencia en la configuración o en las dependencias entre distintos servidores.

El despliegue tuvo como finalidad principal evaluar la estabilidad, el rendimiento y la interoperabilidad del microservicio en un entorno real, bajo condiciones similares a las de uso habitual de los docentes. Estas pruebas incluyeron validaciones funcionales como la consulta del calendario académico, la gestión de actividades, registro de asistencia y el avance de la materia. Los resultados permitieron identificar ajustes necesarios a nivel de recursos, tiempos de respuesta y conexión con la base de datos Oracle, lo cual se documentó para su futura optimización.

Con el fin de asegurar la continuidad del proyecto y facilitar una transición tecnológica óptima para su mantenimiento, se consolidó un entorno de despliegue basado en archivos Dockerfile y docker-compose.yml. Este entorno contempla la configuración del componente API Gateway, el microservicio de seguridad, y la integración del módulo Docente en la infraestructura ya definida. Además, se incluyó documentación técnica y se propuso una estrategia de transferencia del conocimiento mediante sesiones prácticas por medio de herramientas colaborativas, de modo que nuevos desarrolladores puedan integrarse fácilmente al proyecto sin depender del equipo original.

## III VALIDACIÓN DE RESULTADOS

### 3.1. Definición del Modelo de Calidad de Uso

Al concluir con el desarrollo del aplicativo móvil para docentes de la UTN, el equipo Scrum se decidió evaluar la calidad de uso con la norma ISO/IEC 25022 con las características descritas en el alcance de presente proyecto. Además, se consideraron subcaracterísticas complementarias con su peso según su impacto institucional, elección fundamentada en la experiencia previa del Producto Owner. Todos los detalles del modelo se detallan en Tabla 36.

**Tabla 36** *Modelo de Calidad de Uso*

<b>Modelo de Calidad en Uso</b>			
Característica	Sub Característica	Peso de característica	Peso de Sub Característica
	Tareas completas		16%
Eficacia	Objetivos logrados	42%	16%
	Tareas sin errores		10%
	Tiempo de tareas		16%
Eficiencia		32%	
	Eficiencia del tiempo		16%
	Utilidad		10%
Satisfacción	Confianza	26%	8%
	Comodidad		8%

### **3.2. Medición en Calidad de Uso**

A partir de la definición del modelo de calidad de uso, se determinaron dos instrumentos de recolección de datos: un taller práctico y la encuesta SUS. Las métricas de eficiencia y eficacia fueron evaluadas a través del taller, y la satisfacción se cuantificó mediante la encuesta SUS, conforme se muestra en la Tabla 36.

#### **2.3.1. Muestra Poblacional**

Se aplicó un muestreo por conveniencia no probabilístico, conformado por 22 docentes provenientes de las cinco facultades de la Universidad : FECYT (4), FACA E (3), FCCSS (8), FICA (4) y FICAYA (3). En este grupo, se identificó a 5 docentes como “usuario expertos” en el uso del Portafolio Docente web actual con al menos 10 años de experiencia utilizando las actividades descritas en el taller. Además, los docentes considerados como expertos pertenecen a cada una de las facultades descritas con anterioridad, con la finalidad de no manejar datos sesgados.

Se excluyó a los docentes que desempeñan funciones en el área de vinculación con la sociedad, debido a que, las funcionalidades evaluadas en esta fase no se encuentran habilitadas en la actualidad. Sin embargo, las actividades incluidas en la evaluación también abarcan casos de uso relacionados con procesos gestionados desde vinculación.

#### **2.3.2. Taller Práctico**

Para el diseño del taller práctico, se consideraron siete actividades clave basadas en las funciones más recurrentes y claves de la aplicación web actual. Cada actividad responde a un objetivo específico, el cual está compuesto por tres o cuatro tareas secuenciales, estructuradas para ser ejecutadas en un tiempo total aproximado de 30 minutos. El taller inicia una vez que el usuario ha ingresado al sistema y se encuentra en la pantalla principal (Calendario) del servicio dentro de la aplicación móvil como se muestra en la Tabla 37.

**Tabla 37** *Diseño del taller práctico*

<b>Nro.</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Tarea</b>
<b>1</b>	Registrar Asistencia	Desde el menú principal, ingrese al módulo Registro Académico.
		Ingresar al Registro de Asistencia de una materia.
		Guardar Asistencia de los estudiantes.  Actualizar Asistencia de 5 estudiantes.
<b>2</b>	Registrar Avance	Desde el menú principal, ingrese al módulo Registro Académico.
		Ingresar al Registro de Avance de una materia.
		Guardar el avance de la materia.  Seleccionar una actividad en el Calendario General.
<b>3</b>	Editar actividad	Ingresar a Editar actividad.
		Cambiar los campo de fecha y descripción.
		Actualizar la actividad.
<b>4</b>	Crear una actividad	Ingresar al Registro Académico y acceder al aula virtual de una materia.
		Seleccionar Crear actividad desde el listado de actividades.  Configurar los campos de la actividad y escanear un documento de adjunto.

		Crear la actividad.
		Seleccionar una actividad en el Calendario General.
5	Calificar Actividad	Ingresar a Calificar la actividad. Descargar el adjunto de un estudiante desde los detalles de la actividad. Calificar a un estudiante.
6	Ver la información de un estudiante	Ingresar al Registro Académico. Ingresar al curso de una materia. Desplegar los detalles informativos de una estudiante.
7	Descargar el sílabo de una materia	Ingresar al Registro Académico. Abrir el menú de opciones de una materia (Icono 3 puntos). Descargar el adjunto del sílabo.

### 2.3.3. Encuesta SUS

El modelo de la encuesta está basado en las 10 preguntas SUS (System Usability Scale), que permite medir el nivel de usabilidad de un sistema informático. Para ello, se empleó una escala de Likert de cinco puntos, que va 1 lo cual significa “Totalmente en desacuerdo” hasta 5 “Totalmente de acuerdo” como se muestra en la Tabla 38.

**Tabla 38 Preguntas modelo SUS**

Código	Pregunta
--------	----------

---

P1	¿Considera que utilizaría este sistema con frecuencia?
P2	¿Considera que el sistema es complejo?
P3	¿Considera que el sistema fue fácil de usar?
P4	¿Considera que necesitaría la asistencia de un experto para utilizar este sistema?
P5	¿Considera que las funcionalidades del sistema están bien integradas?
P6	¿Considera que el sistema es inconsistente?
P7	¿Considera que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema rápidamente?
P8	¿Considera que el sistema es difícil de usar?
P9	¿Se siente seguro de usar el sistema?
P10	¿Considera que se requieren conocimientos técnicos avanzados antes de usar el sistema?

---

- Utilidad (P1, P6 y P9)

Estas preguntas evalúan cuán práctico y provechoso resulta el sistema para el docente. Por ejemplo, P1 valora la frecuencia con la que el usuario utilizaría el sistema, P6 analiza la consistencia en su funcionamiento y P9 mide el nivel de confianza al interactuar con la aplicación.

- Comodidad (P2, P3, P4, P5, P7, P8 y P10)

Estas preguntas se centran en la facilidad de uso y la experiencia de usuario. Incluyen aspectos como la percepción de complejidad (P2), la sencillez de aprendizaje (P3, P7), la necesidad de soporte técnico (P4), la integración de funcionalidades (P5), la dificultad de uso (P8) y la demanda de conocimientos previos (P10).

#### 2.3.4. Fiabilidad del taller práctico

Dado que todos los docentes que realizaron el taller completaron exitosamente todas las tareas (25 de 25), cumplieron los 7 objetivos y no identificaron errores en el proceso, no se puede calcular un coeficiente de fiabilidad como el alfa de Cronbach o una normalización con Kolmogorov-Smirnov debido a la falta de variabilidad en las respuestas. Esto demuestra una alta facilidad de uso y comprensión del sistema.

#### 2.3.5. Fiabilidad de la encuesta SUS

Los datos tabulados de los encuestados según el Anexo D permitieron realizar la validación por fiabilidad siguiendo el método estadístico coeficiente de Alfa Cronbach. El resultado se valoró como excelente si es mayor a 0.9, entre 0.8 y 0.9 son buenos, mayores a 7.0 son aceptables y con menor fiabilidad si son menores a 0.6.

Al tomar en cuenta que las preguntas impares tenían un sentido alterno negativo, se realizó un recodificación para las Q2, Q4, Q6,Q8 y Q10. Esto asegura que los valores de las preguntas se mantengan en el mismo sentido de mayor a menor.

**Figura 41** Alfa de Cronbach encuesta SUS

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,856	,886	10

*Fuente: Propia*

El análisis mostró un valor de alfa de Cronbach = 0.856, lo cual demuestra que la encuesta mantiene una alta fiabilidad de acuerdo con los criterios descritos con anterioridad.

Además, la versión estandarizada del alfa fue de 0.886 , confirmando la robustez del instrumento incluso con escalas diferentes como respuestas.

### **3.3. Evaluación del Modelo Calidad de Uso**

Luego de procesar y tabular los datos obtenidos tanto en la encuesta como en el taller, en base a los Anexos C y D se completó la evaluación según las métricas establecidas anteriormente en la Tabla 36.

#### **3.3.1. Eficacia**

- Sub característica: Tareas completadas

Considerando las variables de validación como A, el número total de errores cometidos, y B, el número total de tareas ejecutadas, se obtuvo un total de 550 tareas completadas por los 22 docentes participantes. No se registró ningún error durante la ejecución de estas tareas ( $A = 0$ ), lo cual representa un 100% de ejecución correcta, evidenciando un alto nivel de usabilidad funcional del sistema en condiciones prácticas.

- Sub característica: Objetivos cumplidos

Los 7 objetivos propuestos en el taller práctico fueron completados exitosamente en cada uno de los registros obtenidos por los 22 docentes. Lo que significa el 100 % de los objetivos del taller ejecutado.

- Sub característica: Errores de una tarea

Los docentes pudieron realizar el taller práctico sin errores identificados en la ejecución de este, lo que sugiere un 100% de las tareas completadas sin errores aparentes.

### 3.3.2. Eficiencia

- Sub característica: Tiempo de Tareas

**En base a la formula :**

$$X = \frac{A}{B}$$

Para lo cual, A representa al tiempo empleado por usuario expertos para completar una tarea y B el tiempo de las tareas completadas por usuarios nuevos. Finalmente, el índice para el tiempo de tareas fue de 0,7497. En otros términos, los docentes nuevos emplean un 35% más que los usuarios expertos.

- Sub característica: Eficiencia del Tiempo

Para el cálculo de esta métrica, se utilizó la siguiente formula:

$$X = \frac{A}{B}$$

Donde se identifica a la variable A como el tiempo empleado por los usuario expertos para completar un objetivo y B, a los usuarios nuevos para completar un objetivo del taller. Para el cálculo de esta sub característica, se obtuvieron el promedio del tiempo tomado en completar los 7 objetivos planteados en el taller para los 17 usuarios nuevos y 5 expertos. Finalmente, se obtuvo como resultado 0,7524.

### 3.3.3. Satisfacción

- Sub característica: Utilidad

Se asignó un peso para cada una de las respuestas de la escala de Likert de la encuesta SUS, como se muestra en la Tabla.

**Tabla 39** Peso de Respuestas Encuesta SUS

<b>Escala</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Peso</b>
<b>1</b>	Totalmente en desacuerdo	0.2
<b>2</b>	En desacuerdo	0.4
<b>3</b>	Neutro	0.6
<b>4</b>	De acuerdo	0.8
<b>5</b>	Totalmente de acuerdo	1

Para calcular la utilidad, se tomó en cuenta invertir el sentido de la pregunta 6.

**Tabla 40** Resultados de la Encuesta para la Utilidad

<b>Pregunta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Resultado</b>
P1	0	0	0	2	20	21.6 de 22
P6	0	0	0	2	20	21.6 de 22
P9	0	0	0	2	20	21.6 de 22
			Promedio			21.6 de 22

En base a la siguiente formula se obtiene la métrica:

$$X = \frac{A}{B}$$

Para lo cual, se considera la variable A para referirse a los usuarios que pensaron útil el aplicativo móvil y B al total de encuestados. Al concluir, el resultado obtenido fue 0,9818, mostrando un 98,18% identifican al aplicativo con un grado alto de utilidad.

- Sub característica: Confianza

En base a la siguiente formula se puedo obtener esta métrica:

$$X = 1 - \frac{A}{B}$$

A representan los usuarios con reclamos y B el total de encuestados. Para ello, en base a los datos adjuntos en el Anexo D se muestra que un total de 11 docentes hicieron observaciones de un total de 22 encuestados, representando un 50% de confianza.

- Sub característica: Comodidad

Al igual que la anterior métrica, se optó por alternar el sentido de las preguntas P2, P4, P8 y P10.

**Tabla 41** Resultado de la Encuesta para la Comodidad

Pregunta	1	2	3	4	5	Resultado
P2	0	0	0	2	20	21.6 de 22
P3	0	0	0	2	20	21.6 de 22
P4	0	0	0	8	14	20.4 de 22
P5	0	0	0	2	20	21,6 de 22
P7	0	0	0	2	20	21,6 de 22

P8	0	0	0	2	20	21,6 de 22
P10	0	0	0	2	20	21,6 de 22
Promedio						21.43 de 22

En base a la siguiente formula se obtiene la métrica:

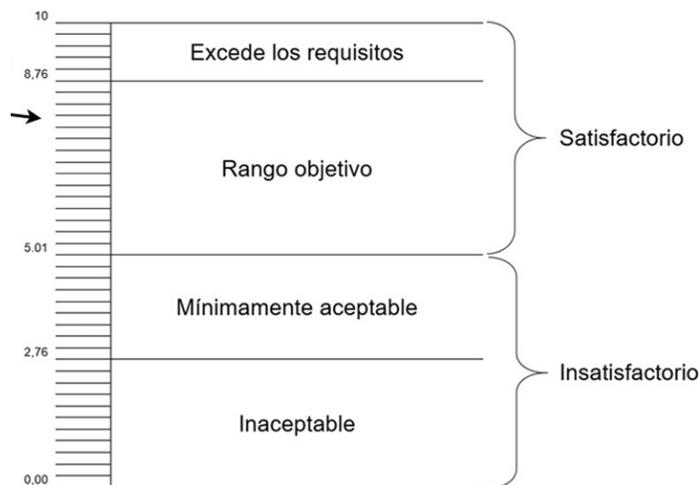
$$X = \frac{A}{B}$$

Para lo cual, se considera la variable A para referirse a los usuarios que pensaron cómodo el aplicativo móvil y B al total de encuestados. Al concluir, el resultado obtenido fue 0,9740, mostrando un 97,40 de los encuestados consideran al aplicativo cómodo.

### 3.4.Resultados del Modelo Calidad de Uso

Luego de obtener los resultados para cada categoría y subcategoría definidas en la Tabla 36, se logró validar la aplicación móvil con el servicio “Portafolio Docentes”. Los resultados mostraron un **87,63%** de calidad de uso, lo cual indica mantiene en el rango satisfactorio en base a la norma ISO/IEC 25022 como lo muestra la Figura 42

**Figura 42** Rango de Resultados de Calidad de Uso



**Tabla 42** Resultados Calidad de Uso

<b>Característica</b>	<b>Sub Característica</b>	<b>Peso de Característica</b>	<b>Peso de Sub Característica</b>	<b>Medición</b>	<b>Resultado</b>	<b>Resultado de Característica</b>
Eficacia	Tareas Completadas		16%	100%	16%	
	Objetivos Logrados	42%	16%	100%	16%	42%
Eficiencia	Tareas sin Errores		10%	100%	10%	
	Tiempo de Tareas	32%	16%	74,97%	11,99%	24,02%
	Eficiencia de Tiempo		16%	75,24%	12,03%	
Satisfacción	Utilidad		10%	98,18%	9,82%	
	Confianza	26%	8%	50%	4%	21,61%
	Comodidad		8%	97,40%	7,79%	
<b>Total</b>						<b>87,63%</b>

## CONCLUSIONES

En la primera sección se definió un marco conceptual que guio la selección de tecnologías, metodologías ágiles y patrones de diseño adecuados para la aplicación móvil del Portafolio Docente. Este análisis evidenció la necesidad de desarrollar una solución móvil de vanguardia que mejore la gestión del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte y contribuya al cumplimiento de su objetivo estratégico vigente (OE4) para fortalecimiento de las capacidades institucionales.

A lo largo del desarrollo, la aplicación siguió la arquitectura limpia en capas que, combinada con principios SOLID, inversión de dependencias e inyección de dependencias, aseguró un código modular, mantenible y preparado para una mejora continua. El flujo de trabajo bajo Scrum optimizó tiempos y recursos, mientras los acuerdos con la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático garantizaron el cumplimiento de marcos legales y normativos.

En la etapa del despliegue inicial se optó por concentrar todos los microservicios en un único servidor para lograr ahorrar recursos. Además, la solución quedó preparada para escalar horizontalmente, trasladando cada componente a contenedores o nodos independientes conforme aumente la demanda.

La validación de calidad en uso, basada en la norma ISO/IEC 25022, confirmó la solidez de las decisiones técnicas. Un taller práctico con 22 participantes y una encuesta SUS mostraron un índice global de 87,63 %, cifra que ubica al Portafolio Docente en el rango satisfactorio según las métricas evaluadas para la eficacia, eficiencia y satisfacción. Estos resultados evidencian una implementación oportuna a nivel de arquitectura y desarrollo de software, además de disponer con una solución que fortalece la interacción y productividad entre docentes y estudiantes.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer actualizaciones periódicas para el servicio Portafolio Docentes, conforme a las políticas académicas de la Universidad, a fin de conservar la coherencia funcional entre las dos plataformas vigentes de gestión académica. Dado que aún existe una brecha tecnológica entre el portal web y la aplicación móvil, resulta prioritario centralizar en la base de datos Oracle la lógica de validación de los procesos críticos para el registro de asistencia y de avance de una materia, de modo que ambas plataformas compartan reglas uniformes y se eviten discrepancias operativas.

Por otra parte, se aconseja mejorar las capacidades tecnológicas para el servidor actual en donde se mantiene instanciado el presente aplicativo. Debido a que la solución sigue un enfoque modular y escalable, cada microservicio podría demandar un entorno independiente, lo que permitirá anticiparse a problemas de concurrencia de usuarios y evitar la saturación del servidor.

Se recomienda institucionalizar un ciclo de mejora continua con transferencia tecnológica y capacitaciones cruzadas entre los proyectos docentes de UTN MÓVIL, de modo que las lecciones aprendidas, herramientas y buenas prácticas de un módulo se repliquen en futuros desarrollos, garantizando coherencia técnica y un uso óptimo de los recursos.

Las herramientas de desarrollo evolucionan constantemente, y el servicio debe estar preparado para adoptar nuevas tecnologías que, de ser necesario, mejoren el rendimiento y optimicen la gestión académica de la aplicación móvil para docentes.

## REFERENCIAS

- [1] “Digital Transformation of Higher Education Teaching and Learning Research Report”.
- [2] R. Castellanos Luis Chamba Javier Valdiviezo Diana Medina, “UN EXPERTO OPINA OPORTUNIDADES, EVENTOS Y FONDOS Información relevante sobre innovación y transferencia tecnológica CONNECT Noticias MARKETT LA PRIMERA REVISTA ECUATORIANA DE VIGILANCIA Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA PARA LA INNOVACIÓN INNOVANDO EN”, Accessed: Apr. 14, 2025. [Online]. Available: [www.cedia.edu.ec](http://www.cedia.edu.ec)
- [3] R. Nro, “UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”.
- [4] G. Oliveira Silva, L. M. M. Fonseca, K. M. Siqueira, F. dos S. N. de Góes, L. M. Ribeiro, and N. D. A. Aredes, “The simulation design in health and nursing: A scoping review,” *Nurs Open*, vol. 10, no. 4, pp. 1966–1984, Apr. 2023, doi: 10.1002/NOP2.1466.
- [5] X. Xue *et al.*, “A scoping review on the methodological and reporting quality of scoping reviews in China,” *BMC Med Res Methodol*, vol. 24, no. 1, pp. 1–11, Dec. 2024, doi: 10.1186/S12874-024-02172-Y/FIGURES/4.
- [6] A. R. Santos, A. Sales, P. Fernandes, and M. Nichols, “Combining challenge-based learning and scrum framework for mobile application development,” *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE*, vol. 2015, pp. 189–194, Jun. 2015, doi: 10.1145/2729094.2742602.
- [7] P. L. Ayunda and E. K. Budiardjo, “Evaluation of Scrum Practice Maturity in Software Development of Mobile Communication Application,” *2020 3rd International Conference on Computer and Informatics Engineering, IC2IE 2020*, pp. 317–322, Sep. 2020, doi: 10.1109/IC2IE50715.2020.9274625.
- [8] J. Sulla-Torres, A. Gutierrez-Quintanilla, H. Pinto-Rodriguez, R. Gómez-Campos, and M. Cossio-Bolaños, “Quality in use of an android-based mobile application for calculation of bone mineral density with the standard ISO/IEC 25022,” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 11, no. 8, pp. 158–163, Jan. 2020, doi: 10.14569/IJACSA.2020.0110821.
- [9] “ISO/IEC 25022:2016 - Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — Measurement of quality in use.” Accessed: Apr. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/35746.html>
- [10] “Infraestructura - Desarrollo Sostenible.” Accessed: Apr. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>

- [11] F. Dahri, A. M. El Hanafi, D. Handoko, and N. Wulan, "Implementation of Microservices Architecture in Learning Management System E-Course Using Web Service Method," *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 76–82, Jan. 2021, doi: 10.33395/SINKRON.V711.11229.
- [12] Y. W. Syaifudin, D. D. Yapenrui, Noprianto, N. Funabiki, I. Siradjuddin, and H. N. Chasanah, "Implementation of Self-Learning Topic for Developing Interactive Mobile Application in Flutter Programming Learning Assistance System," *2024 ASU International Conference in Emerging Technologies for Sustainability and Intelligent Systems, ICETIS 2024*, pp. 1103–1107, 2024, doi: 10.1109/ICETIS61505.2024.10459432.
- [13] G. I. Mwandosya and C. S. Montero, "Towards a mobile education tool for higher education teachers: A user requirements definition," *2017 IEEE AFRICON: Science, Technology and Innovation for Africa, AFRICON 2017*, pp. 881–887, Nov. 2017, doi: 10.1109/AFRCON.2017.8095598.
- [14] E. Yafie, Y. A. Haqqi, I. Robbaniyah, L. Nur Maulidia, A. R. Azizah, and W. Astuti, "Effectiveness Mobile Peer Support Application to Enhance Teacher Competence: The Moderating Role Teacher Self-Efficacy," *Proceedings - 2022 2nd International Conference on Information Technology and Education, ICIT and E 2022*, pp. 347–352, 2022, doi: 10.1109/ICITE54466.2022.9759861.
- [15] V. E. Rodríguez Calvopiña and D. A. Cruz Gordillo, "Desarrollo de una aplicación móvil y una aplicación Web para la Unidad Educativa Autogestionaria "Solidaridad" para la gestión de la información y el seguimiento académico de los estudiantes por parte de los padres de familia," 2020, Accessed: Apr. 23, 2024. [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18976>
- [16] P. E. Bautista Salazar, "Aplicación móvil usando el framework Flutter para el control de las tutorías académicas del sistema integrado de la Universidad Técnica de Ambato," 2022, Accessed: Apr. 23, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/34855>
- [17] J. Vega-Alvarado, A. Francesa-Alfaro, P. Leiva-Chinchilla, and A. Calvo-Elizondo, "Design of a mobile application integrated to an LMS for the optimization of the assistance process in a university environment," *Proceedings - 14th Latin American Conference on Learning Technologies, LACLO 2019*, pp. 87–94, Oct. 2019, doi: 10.1109/LACLO49268.2019.00025.
- [18] C. Guevara-Vega, J. Hernández-Rojas, M. Botto-Tobar, I. García-Santillán, A. Basantes Andrade, and A. Quiña-Mera, "Automation of the Municipal Inspection Process in Ecuador Applying Mobile-D for Android," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1066, pp. 155–166, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-32022-5\_15.
- [19] D. Pareja Valle, "Diseño e implementación de una aplicación móvil docente," Jan. 2018, Accessed: Apr. 24, 2024. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/93790>

- [20] M. Fernando and G. Guerra, "Automatización del subproceso para aprobación de proyectos de investigación, integrada al SIIU de la UTN," Feb. 2024, Accessed: Jun. 10, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15697>
- [21] A. De Uso and Y. Publicación, "Desarrollo de un módulo web integrado al SIIU de la Universidad Técnica del Norte para fortalecer el proceso odontológico de la dirección de Bienestar Universitario," Dec. 2021, Accessed: Jun. 10, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11857>
- [22] Universidad Técnica del Norte, "Reglamento de Portafolio Universitario," pp. 1–11, 2014.
- [23] "Universidad Técnica del Norte – Proyecto W-STEM." Accessed: Nov. 04, 2024. [Online]. Available: <https://wstemproject.eu/es/equipo/universidad-tecnica-del-norte/>
- [24] P. Weichbroth, "Usability of Mobile Applications: A Consolidated Model," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 62378–62391, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3395528.
- [25] "Mobile network subscriptions worldwide 2028 | Statista." Accessed: Jun. 10, 2024. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>
- [26] "Digital 2024: Ecuador — DataReportal – Global Digital Insights." Accessed: Jun. 10, 2024. [Online]. Available: <https://datareportal.com/reports/digital-2024-ecuador>
- [27] E. K. Seng, H. Rajagopal, and S. Islam, "Android Based Mobile Information and Management Application for University," *Proceedings - 13th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, ICCSCE 2023*, pp. 1–6, 2023, doi: 10.1109/ICCSCE58721.2023.10237132.
- [28] P. F. Oliveira and P. Matos, "Mobile Integration for Sakai LMS and Class Schedule Platform at an Higher Education Institution," pp. 1–6, May 2024, doi: 10.1109/ICEET60227.2023.10525775.
- [29] P. Hung, J. Lam, C. Wong, and T. Chan, "A Study on Using Learning Management System with Mobile App," *Proceedings - 2015 International Symposium on Educational Technology, ISET 2015*, pp. 168–172, Mar. 2016, doi: 10.1109/ISET.2015.41.
- [30] X. Zhang, Y. J. Hai, and C. Li, "Learning Management System in Education via Mobile App: Trends and Patterns in Mobile Learning," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 18, no. 9, pp. 19–34, May 2024, doi: 10.3991/ijim.v18i09.49027.
- [31] J. L. Martin, S. Sastre, J. M. Peiro, and J. R. Hilera, "The effects of using a fully integrated mobile application to access learning management systems in higher education," *Journal of Universal Computer Science*, vol. 26, no. 9, pp. 1213–1229, Jan. 2020, doi: 10.3897/JUCS.2020.063.

- [32] J. C. De Almeida, F. Brito E Abreu, and D. S. De Almeida, "Cross-Platform Mobile App Development: The IscteSpots experience," *Proceedings - 2023 38th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering Workshops, ASEW 2023*, pp. 11–16, 2023, doi: 10.1109/ASEW60602.2023.00006.
- [33] K. Kishore, S. Khare, V. Uniyal, and S. Verma, "Performance and stability Comparison of React and Flutter: Cross-platform Application Development," *International Conference on Cyber Resilience, ICCR 2022*, 2022, doi: 10.1109/ICCR56254.2022.9996039.
- [34] K. Kishore, S. Khare, V. Uniyal, and S. Verma, "Performance and stability Comparison of React and Flutter: Cross-platform Application Development," *International Conference on Cyber Resilience, ICCR 2022*, 2022, doi: 10.1109/ICCR56254.2022.9996039.
- [35] "3 Types of Mobile Apps- A Guide on Native, Hybrid, and Web Apps." Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.spaceotechnologies.com/blog/types-of-mobile-apps/>
- [36] "¿Qué son los microservicios? | AWS." Accessed: Jun. 15, 2024. [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/es/microservices/>
- [37] G. Blinowski, A. Ojdowska, and A. Przybylek, "Monolithic vs. Microservice Architecture: A Performance and Scalability Evaluation," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 20357–20374, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3152803.
- [38] P. V. Isha and H. Vishalakshmi Prabhu, "An Approach to Clean Architecture for Microservices Using Python," *7th IEEE International Conference on Computational Systems and Information Technology for Sustainable Solutions, CSITSS 2023 - Proceedings*, 2023, doi: 10.1109/CSITSS60515.2023.10334229.
- [39] S. Boukhary and E. Colmenares, "A clean approach to flutter development through the flutter clean architecture package," *Proceedings - 6th Annual Conference on Computational Science and Computational Intelligence, CSCI 2019*, pp. 1115–1120, Dec. 2019, doi: 10.1109/CSCI49370.2019.00211.
- [40] G. Blinowski, A. Ojdowska, and A. Przybylek, "Monolithic vs. Microservice Architecture: A Performance and Scalability Evaluation," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 20357–20374, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3152803.
- [41] "What is a REST API?" Accessed: Jun. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.redhat.com/en/topics/api/what-is-a-rest-api>
- [42] M. Kim, S. Sinha, and A. Orso, "Adaptive REST API Testing with Reinforcement Learning," *Proceedings - 2023 38th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering, ASE 2023*, pp. 446–458, 2023, doi: 10.1109/ASE56229.2023.00218.

- [43] M. K. Yusof, M. Man, and A. Ismail, "Design and Implement of REST API for Data Integration," *8th International Conference on Engineering and Emerging Technologies, ICEET 2022*, 2022, doi: 10.1109/ICEET56468.2022.10007414.
- [44] D. M. Le, S. Karthik, M. S. Laser, and N. Medvidovic, "Architectural Decay as Predictor of Issue- And Change-Proneness," *Proceedings - IEEE 18th International Conference on Software Architecture, ICSA 2021*, pp. 92–103, Mar. 2021, doi: 10.1109/ICSA51549.2021.00017.
- [45] "Top Programming Languages 2024 - IEEE Spectrum." Accessed: Apr. 15, 2025. [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org/top-programming-languages-2024>
- [46] "Encuesta para desarrolladores de Stack Overflow 2024." Accessed: Apr. 15, 2025. [Online]. Available: <https://survey.stackoverflow.co/2024/>
- [47] "Flutter architectural overview | Flutter." Accessed: Jun. 15, 2024. [Online]. Available: <https://docs.flutter.dev/resources/architectural-overview>
- [48] M. A. Faiz, D. S. Kusumo, and M. J. Alibasa, "Flutter Framework Code Portability Measurement on Multiplatform Applications with ISO 9126," *2022 1st International Conference on Software Engineering and Information Technology, ICoSEIT 2022*, pp. 36–40, 2022, doi: 10.1109/ICOSEIT55604.2022.10030045.
- [49] S. Sharma, S. Khare, V. Unival, and S. Verma, "Hybrid Development in Flutter and its Widgits," *International Conference on Cyber Resilience, ICCR 2022*, 2022, doi: 10.1109/ICCR56254.2022.9995973.
- [50] "Dart overview | Dart." Accessed: Jun. 15, 2024. [Online]. Available: <https://dart.dev/overview>
- [51] A. Md. Sattar *et al.*, "Accelerating Cross-platform Development with Flutter Framework," *JOURNAL OF OPEN SOURCE DEVELOPMENTS*, vol. 10, no. 2, pp. 1–11, Aug. 2023, doi: 10.37591/JOOSD.V10I2.580.
- [52] Z. Ling, L. Qi, Z. Qianyuan, and C. Wei, "The study of adjustment and optimization of oracle database in information system," *Proceedings - 2013 International Conference on Computational and Information Sciences, ICCIS 2013*, pp. 442–445, 2013, doi: 10.1109/ICCIS.2013.123.
- [53] M. Kvet, "Rapid Application Development and data management using Oracle APEX and SQL," *2024 IEEE 22nd World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, SAMI 2024 - Proceedings*, pp. 297–302, 2024, doi: 10.1109/SAMI60510.2024.10432914.
- [54] "About Oracle APEX." Accessed: Jun. 16, 2024. [Online]. Available: <https://docs.oracle.com/en/cloud/paas/autonomous-database/serverless/adbsb/apex-intro.html>

- [55] I. Pastierik and M. Kvet, "Oracle Application Express as a Tool for Teaching Web Software Development," *2023 Communication and Information Technologies, KIT 2023 - 12th International Scientific Conference, Proceedings*, 2023, doi: 10.1109/KIT59097.2023.10297067.
- [56] I. Pastierik and M. Kvet, "Exploring Oracle APEX for the University Data Analysis," *ICETA 2023 - 21st Year of International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings*, pp. 395–402, 2023, doi: 10.1109/ICETA61311.2023.10344058.
- [57] X. Huang, "Research and application of node.js core technology," *Proceedings - 2020 International Conference on Intelligent Computing and Human-Computer Interaction, ICHCI 2020*, pp. 1–4, Dec. 2020, doi: 10.1109/ICHCI51889.2020.00008.
- [58] "Node.js — Introduction to Node.js." Accessed: Jul. 10, 2024. [Online]. Available: <https://nodejs.org/en/learn/getting-started/introduction-to-nodejs>
- [59] "Documentation | NestJS - A progressive Node.js framework." Accessed: Jul. 10, 2024. [Online]. Available: <https://docs.nestjs.com/>
- [60] "Controllers | NestJS - A progressive Node.js framework." Accessed: Jul. 10, 2024. [Online]. Available: <https://docs.nestjs.com/controllers>
- [61] "Providers | NestJS - A progressive Node.js framework." Accessed: Jul. 10, 2024. [Online]. Available: <https://docs.nestjs.com/providers>
- [62] "Modules | NestJS - A progressive Node.js framework." Accessed: Jul. 10, 2024. [Online]. Available: <https://docs.nestjs.com/modules>
- [63] "Middleware | NestJS - A progressive Node.js framework." Accessed: Jul. 10, 2024. [Online]. Available: <https://docs.nestjs.com/middleware>
- [64] "TypeScript: Documentation - TypeScript for the New Programmer." Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/typescript-from-scratch.html>
- [65] "Manifesto for Agile Software Development." Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: <https://agilemanifesto.org/>
- [66] M. Afshari and T. J. Gandomani, "A Typical Practical Team Structure and Setup in Agile Software Development," *7th International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering: Technological Breakthrough for Greater New Life, ICEEIE 2021*, 2021, doi: 10.1109/ICEEIE52663.2021.9616743.
- [67] A. Sinha and P. Das, "Agile Methodology Vs. Traditional Waterfall SDLC: A case study on Quality Assurance process in Software Industry," *2021 5th International Conference on Electronics, Materials*

- Engineering and Nano-Technology, IEMENTech 2021, 2021, doi: 10.1109/IEMENTECH53263.2021.9614779.*
- [68] K. Kaur, M. Khurana, and Manisha, "Impact of Agile Scrum Methodology on Time to Market and Code Quality - A Case Study," *Proceedings - 2021 3rd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking, ICAC3N 2021*, pp. 1673–1678, 2021, doi: 10.1109/ICAC3N53548.2021.9725375.
- [69] A. Taufiq, T. Raharjo, and A. Wahbi, "Scrum evaluation to increase software development project success: A case study of digital banking company," *2020 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICAC3N 2020*, pp. 241–246, Oct. 2020, doi: 10.1109/ICAC3N51025.2020.9263235.
- [70] H. A. Muzakkiy and Y. G. Sucahyo, "Evaluation of Scrum Framework Implementation with Scrum Maturity Model: A Case Study of PT XYZ, ABC Division," *Proceedings - 2023 International Conference on Computer Applications Technology, CCAT 2023*, pp. 41–46, 2023, doi: 10.1109/CCAT59108.2023.00015.
- [71] "What is Scrum? | Scrum.org." Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.scrum.org/resources/what-scrum-module>
- [72] "Scrum Guide | Scrum Guides." Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: <https://scrumguides.org/scrum-guide.html#scrum-artifacts>
- [73] S. Wolpers, D. West, and J. Bastow, *The scrum anti-patterns guide : challenges every scrum team faces and how to overcome them*, 1st ed., vol. 1. 2024.
- [74] E. Trichkova-Kashamova, "Applying the ISO/IEC 25010 Quality Models to an Assessment Approach for Information Systems," *12th National Conference with International Participation, ELECTRONICA 2021 - Proceedings*, May 2021, doi: 10.1109/ELECTRONICA52725.2021.9513662.
- [75] "NORMAS ISO 25000." Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000>
- [76] K. Moumane, A. Idri, F. El Aouni, J. Lagnimi, N. C. Benabdellah, and O. Hamal, "ISO/IEC 25010-based Quality Evaluation of Three Mobile Applications for Reproductive Health Services in Morocco," *Clin Exp Obstet Gynecol*, vol. 51, no. 4, p. 88, Apr. 2024, doi: 10.31083/j.ceog5104088.
- [77] S. Han, R. Sinha, and A. Lowe, "Assessing Support for Industry Standards in Reference Medical Software Architectures," *IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference)*, vol. 2020-October, pp. 3403–3407, Oct. 2020, doi: 10.1109/IECON43393.2020.9255309.

- [78] H. W. Asrini, G. W. Wicaksono, and Budiono, "Curriculum Management Systems for Blended Learning Support," *International Journal on Informatics Visualization*, vol. 7, no. 4, pp. 2189–2197, Dec. 2023, doi: 10.62527/joiv.7.4.1306.
- [79] W. R. Pradanita and S. Rochimah, "Quality in use of digital wallet based on iso/iec 25022," *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, vol. 2020-October, pp. 282–286, Oct. 2020, doi: 10.23919/EECSI50503.2020.9251300.
- [80] C. Guevara-Vega, J. Hernández-Rojas, M. Botto-Tobar, I. García-Santillán, A. Basantes Andrade, and A. Quiña-Mera, "Automation of the Municipal Inspection Process in Ecuador Applying Mobile-D for Android," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1066, pp. 155–166, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-32022-5\_15.
- [81] C. DE Ingeniería De Sistemas, P. Andrés Torres Peña Bolívar Andrés Andrade Solórzano, and I. Cristian Fernando Timbi Sisalima, "Aplicación móvil informativa y de apoyo académico de la Universidad Politécnica Salesiana," 2021, Accessed: Apr. 15, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21490>
- [82] N. K. Hadi, S. H. A. Hamad, S. J. Abbas, G. F. Ali, and M. M. M. Maadi, "Enhancing Software Reusability in Higher Education Applications through Microservices Architecture," *J Wirel Mob Netw Ubiquitous Comput Dependable Appl*, vol. 16, no. 1, pp. 390–409, Mar. 2025, doi: 10.58346/JOWUA.2025.11.024.
- [83] C. Obregon, P. H. Juarez, C. J. Asesor, P. Vidal, and C. Efraín, "Implementación de una aplicación móvil para la administración, gestión y distribución de información dirigido a los alumnos, docentes y personal administrativo de la Universidad de Ciencias y Humanidades, Los Olivos - 2019," 2021, Accessed: Jul. 06, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.uch.edu.pe//handle/20.500.12872/661>
- [84] K. D. Tigrero Suárez, "Implementar un aplicativo móvil bajo la plataforma Android para optimizar el acceso a la información institucional y servicios académicos que ofrece la Universidad Estatal Península de Santa Elena.," Dec. 2019, Accessed: Jul. 06, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5236>
- [85] P. Lopes de Souza, W. Lopes de Souza, and L. Ferreira Pires, "ScrumOntoBDD: Agile software development based on scrum, ontologies and behaviour-driven development," *Journal of the Brazilian Computer Society*, vol. 27, no. 1, p. 10, Dec. 2021, doi: 10.1186/s13173-021-00114-w.

## ANEXOS

### Anexo A. Fotografías del Taller Práctico y Encuestas SUS



## Anexo B. Taller Práctico para Evaluar la Aplicación Móvil

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS  
CARRERA DE SOFTWARE  
UTN Móvil



### INDICACIONES:

1	Complete la tabla con la <b>hora de inicio</b> y la <b>hora de fin</b> de cada tarea
2	Presione <b>Ctrl + h</b> para insertar la hora.
3	Indique si la aplicación mostró <b>algún error</b> durante la tarea ( <b>Sí/No</b> )
4	Indique si <b>completó</b> la tarea con éxito ( <b>Sí/No</b> )
<b>Nota:</b>	Todos los objetivos deben iniciar desde la pantalla principal de la aplicación (Calendario de actividades).

FACULTAD:

Nota: presione (Ctrl + h) para insertar la hora								
Objetivo	Nro.	Descripción de la tarea	Inicio	Fin	Total	Errores	Finalizó	Observación
Registrar Asistencia	1	Desde el menú principal, ingrese al módulo Registro Académico.			0:00:00			
	2	Ingresar al Registro de Asistencia de una materia.			0:00:00			
	3	Guardar Asistencia de los estudiantes.			0:00:00			
	4	Actualizar Asistencia de 5 estudiantes.			0:00:00			
Registrar Avance	5	Desde el menú principal, ingrese al módulo Registro Académico.			0:00:00			
	6	Ingresar al Registro de Avance de una materia.			0:00:00			
	7	Guardar el avance de la materia.			0:00:00			
Editar Actividad	8	Seleccionar una actividad en el Calendario General.			0:00:00			
	9	Ingresar a Editar actividad.			0:00:00			
	10	Cambiar los campo de fecha y descripción.			0:00:00			
	11	Actualizar la actividad.			0:00:00			
Crear Actividad	12	Ingresar al Registro Académico y acceder al aula virtual de una materia.			0:00:00			
	13	Seleccionar Crear actividad desde el listado de actividades.			0:00:00			
	14	Configurar los campos de la actividad y escanear un documento de adjunto.			0:00:00			
	15	Crear la actividad.			0:00:00			
Calificar Actividad	16	Seleccionar una actividad en el Calendario General.			0:00:00			
	17	Ingresar a Calificar la actividad.			0:00:00			
	18	Descargar el adjunto de un estudiante desde los detalles de la actividad.			0:00:00			
	19	Calificar a un estudiante.			0:00:00			
Ver la información de un estudiante	20	Ingresar al Registro Académico.			0:00:00			
	21	Ingresar al curso de una materia.			0:00:00			
	22	Deplegar los detalles informativos de una estudiante.			0:00:00			
Descargar el silabo de una materia	23	Ingresar al Registro Académico.			0:00:00			
	24	Abrir le menú de opciones de una materia (Icono 3 puntos).			0:00:00			
	25	Descargar el adjunto del silabo.			0:00:00			
<b>Total</b>					0:00:00			

Final	Una vez finalizado el taller guárdelo y complete la encuesta. <a href="https://forms.office.com/r/ZNClwwVl6">https://forms.office.com/r/ZNClwwVl6</a>
-------	--

## Anexo C. Resultados del Taller Práctico

Id	Facultad	Carrera	Contrato	Nivel	A1.1	A1.2	A1.3	A1.4	A2.1	A2.2	A2.3
1	FICA	Tecnologías de la Información - En Línea	Ocasionales /contrato	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:24	0:00:12	0:00:03	0:00:07	0:00:08	0:00:04	0:00:08
2	FICA	Software	Titulares	PhD (Doctorado)	0:00:37	0:00:09	0:00:20	0:00:22	0:00:07	0:00:06	0:00:03
3	FACAE	Contabilidad y Auditoría (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:14	0:00:03	0:00:11	0:00:04	0:00:05	0:00:02	0:00:11
4	FACAE	Contabilidad y Auditoría (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:11	0:00:09	0:00:07	0:00:08	0:00:02	0:00:02	0:00:07
5	FECYT	Pedagogía de las Artes y las Humanidades	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:11	0:00:04	0:00:19	0:00:53	0:00:06	0:00:02	0:00:29
6	FCCSS	Enfermería (Rediseño)	Ocasionales /contrato	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:04	0:00:15	0:00:01	0:00:02	0:00:03	0:00:02	0:00:09
7	FACAE	Administración de Empresas (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:06	0:00:05	0:00:10	0:00:15	0:00:01	0:00:02	0:00:03
8	FECYT	Comunicación	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:27	0:00:25	0:00:03	0:00:01	0:00:05	0:00:18	0:00:07
9	FECYT	Diseño Gráfico (Rediseño)	Ocasionales /contrato	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:13	0:00:08	0:00:03	0:00:15	0:00:02	0:00:04	0:00:59
10	FICAYA	Biotecnología (Rediseño)	Ocasionales /contrato	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:04	0:00:02	0:00:04	0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:21
11	FCCSS	Enfermería (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:01:00	0:01:24	0:01:46	0:00:02	0:00:03	0:00:01	0:00:38
12	FCCSS	Enfermería (Rediseño)	Titulares	PhD (Doctorado)	0:00:09	0:00:09	0:00:13	0:00:07	0:00:02	0:00:06	0:00:22
13	FICA	Ingeniería Automotriz	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:14	0:00:18	0:00:30	0:00:14	0:00:07	0:00:02	0:00:10
14	FCCSS	Nutrición y Dietética	Ocasionales /contrato	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:05	0:00:10	0:00:05	0:00:02	0:00:02	0:00:02	0:00:20
15	FICA	Textiles	Ocasionales /contrato	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:07	0:00:20	0:00:07	0:00:15	0:00:02	0:00:47	0:00:05
16	FICAYA	Recursos Naturales Renovables (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:11	0:00:01	0:00:09	0:00:22	0:00:03	0:00:02	0:00:53
17	FICAYA	Ingeniería Forestal	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:06	0:00:33	0:00:05	0:00:42	0:00:02	0:00:04	0:00:06
18	FCCSS	Enfermería (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:05	0:00:56	0:00:48	0:00:27	0:00:02	0:00:03	0:00:21
19	FCCSS	Enfermería (Rediseño)	Ocasionales /contrato	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:09	0:00:08	0:00:04	0:00:29	0:00:03	0:00:03	0:00:05
20	FCCSS	Enfermería (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:09	0:00:08	0:00:04	0:00:29	0:00:03	0:00:03	0:00:05
21	FCCSS	Enfermería (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:09	0:00:08	0:00:04	0:00:29	0:00:03	0:00:03	0:00:05
22	FECYT	Pedagogía de las Ciencias Experimentales	Ocasionales /contrato	Cuarto nivel (Maestría)	0:00:07	0:00:17	0:00:02	0:00:25	0:00:03	0:00:09	0:00:20

A3.1	A3.2	A3.3	A3.4	A4.1	A4.2	A4.3	A4.4	A5.1	A5.2	A5.3	A5.4
0:00:30	0:00:12	0:00:36	0:00:12	0:00:34	0:00:05	0:01:20	0:01:14	0:00:23	0:00:08	0:01:09	0:00:04
0:00:51	0:00:02	0:00:17	0:00:02	0:00:07	0:00:02	0:02:55	0:00:12	0:01:16	0:00:02	0:00:20	0:00:37
0:00:19	0:00:02	0:00:24	0:00:01	0:00:36	0:00:03	0:02:02	0:00:07	0:00:20	0:00:02	0:01:23	0:02:18
0:00:16	0:00:07	0:00:08	0:00:01	0:00:38	0:00:03	0:00:57	0:00:03	0:00:17	0:00:02	0:00:09	0:00:06
0:00:20	0:00:01	0:00:14	0:00:02	0:00:12	0:00:03	0:01:37	0:00:03	0:00:19	0:00:03	0:00:15	0:00:09
0:00:17	0:00:05	0:00:13	0:00:09	0:00:02	0:00:02	0:00:31	0:00:19	0:00:08	0:00:02	0:00:22	0:00:24
0:00:02	0:00:09	0:00:22	0:00:01	0:00:02	0:00:02	0:01:33	0:00:09	0:00:02	0:00:03	0:01:17	0:00:12
0:00:57	0:00:04	0:01:09	0:00:10	0:00:05	0:00:07	0:03:07	0:00:57	0:00:07	0:00:01	0:00:53	0:00:11
0:01:02	0:00:09	0:00:10	0:01:21	0:00:09	0:00:08	0:03:05	0:00:25	0:00:17	0:00:14	0:02:39	0:00:21
0:00:09	0:00:02	0:00:06	0:00:01	0:00:14	0:00:03	0:00:42	0:00:33	0:00:08	0:00:02	0:00:12	0:00:02
0:00:02	0:00:18	0:00:44	0:00:03	0:00:03	0:00:54	0:02:42	0:00:11	0:00:02	0:00:01	0:00:02	0:00:30
0:00:57	0:00:07	0:00:47	0:00:03	0:00:05	0:00:10	0:04:15	0:00:01	0:00:04	0:00:05	0:00:31	0:00:02
0:00:12	0:00:02	0:00:20	0:00:09	0:00:05	0:00:03	0:01:27	0:00:11	0:00:03	0:00:01	0:00:31	0:00:02
0:00:10	0:00:01	0:00:37	0:00:02	0:00:04	0:00:06	0:02:22	0:00:07	0:00:02	0:01:51	0:00:01	0:00:01
0:00:08	0:00:03	0:00:01	0:00:04	0:00:12	0:00:03	0:02:50	0:00:01	0:00:02	0:00:03	0:00:52	0:00:19
0:00:15	0:00:01	0:00:35	0:00:02	0:00:06	0:00:19	0:02:59	0:00:36	0:00:03	0:00:02	0:01:21	0:00:18
0:01:03	0:00:09	0:00:25	0:00:03	0:00:08	0:00:02	0:07:43	0:00:04	0:00:14	0:00:02	0:02:59	0:00:06
0:00:15	0:00:05	0:00:24	0:01:12	0:00:24	0:00:05	0:04:35	0:01:15	0:00:09	0:00:02	0:00:54	0:00:17
0:00:10	0:00:03	0:01:19	0:00:07	0:00:02	0:00:06	0:01:12	0:00:12	0:00:02	0:00:06	0:00:55	0:00:12
0:00:10	0:00:03	0:01:19	0:00:07	0:00:02	0:00:06	0:01:12	0:00:12	0:00:02	0:00:06	0:00:55	0:00:12
0:00:10	0:00:03	0:01:19	0:00:07	0:00:02	0:00:06	0:01:12	0:00:12	0:00:02	0:00:06	0:00:55	0:00:12
0:00:02	0:00:10	0:00:41	0:00:03	0:00:34	0:00:21	0:04:16	0:00:16	0:00:02	0:00:33	0:00:02	0:01:16

A6.1	A6.2	A6.3	A7.1	A7.2	A7.3	Errores	Tareas Logrados	Objetivos Logrados	Tiempo	Usuarios con reclamos
0:00:04	0:00:32	0:00:10	0:00:02	0:00:04	0:01:02	0	25	7	0:09:27	NO
0:00:05	0:00:11	0:00:07	0:00:09	0:00:02	0:00:04	0	25	7	0:09:05	SI
0:00:06	0:00:06	0:00:06	0:00:04	0:00:02	0:00:14	0	25	7	0:09:05	SI
0:00:06	0:00:14	0:00:03	0:00:05	0:00:06	0:00:04	0	25	7	0:04:11	NO
0:00:07	0:00:06	0:00:09	0:00:05	0:00:02	0:00:05	0	25	7	0:05:56	NO
0:00:06	0:00:03	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:06	0	25	7	0:03:40	SI
0:00:03	0:00:03	0:00:04	0:00:02	0:00:11	0:00:02	0	25	7	0:05:01	SI
0:00:03	0:00:07	0:00:05	0:00:10	0:00:05	0:00:02	0	25	7	0:09:46	SI
0:00:24	0:00:21	0:00:40	0:00:03	0:00:05	0:00:13	0	25	7	0:13:30	NO
0:00:03	0:00:02	0:00:04	0:00:01	0:00:02	0:00:07	0	25	7	0:03:11	SI
0:00:04	0:00:12	0:00:03	0:00:09	0:00:07	0:00:05	0	25	7	0:11:06	NO
0:00:04	0:00:07	0:00:07	0:00:04	0:00:09	0:00:09	0	25	7	0:08:55	SI
0:00:08	0:00:05	0:00:03	0:00:04	0:00:02	0:00:02	0	25	7	0:05:05	SI
0:00:02	0:00:11	0:00:02	0:00:04	0:00:02	0:00:03	0	25	7	0:06:34	NO
0:00:12	0:00:12	0:00:09	0:00:04	0:00:06	0:00:06	0	25	7	0:07:10	NO
0:00:02	0:00:07	0:00:07	0:00:01	0:00:08	0:00:06	0	25	7	0:08:49	NO
0:00:04	0:00:08	0:00:06	0:00:02	0:00:02	0:00:02	0	25	7	0:15:00	NO
0:00:06	0:00:08	0:00:03	0:00:44	0:00:03	0:00:04	0	25	7	0:13:27	SI
0:00:08	0:00:07	0:00:44	0:00:02	0:00:09	0:00:25	0	25	7	0:07:02	NO
0:00:08	0:00:07	0:00:44	0:00:02	0:00:09	0:00:25	0	25	7	0:07:02	NO
0:00:08	0:00:07	0:00:44	0:00:02	0:00:09	0:00:25	0	25	7	0:07:02	NO
0:00:05	0:00:05	0:00:11	0:00:14	0:00:02	0:00:03	0	25	7	0:10:19	NO

## Anexo D. Resultados de la Encuesta SUS

ID	Carrera	Contrato	Nivel	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1	Tecnologías de la Información - En Línea	Ocasionales/contrato	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	2	5	1	4	1	5	2
2	Software	Titulares	PhD (Doctorado)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
3	Contabilidad y Auditoría (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	4	2	4	1	4	2	4	2	4	2
4	Contabilidad y Auditoría (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
5	Pedagogía de las Artes y las Humanidades	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	2	5	1	5	1	5	1
6	Enfermería (Rediseño)	Ocasionales/contrato	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
7	Administración de Empresas (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
8	Comunicación	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
9	Diseño Grafico (Rediseño)	Ocasionales/contrato	Cuarto nivel (Maestría)	5	2	4	1	5	1	5	1	5	1
10	Bioteconología (Rediseño)	Ocasionales/contrato	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	2	5	1	5	1	5	1
11	Enfermería (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1

12	Enfermería (Rediseño)	Titulares	PhD (Doctorado)	5	1	5	2	5	1	5	1	5	1
13	Ingeniería Automotriz	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
14	Nutrición y Dietética	Ocasionales/contrato	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
15	Textiles	Ocasionales/contrato	Cuarto nivel (Maestría)	4	1	5	2	4	1	5	1	4	1
16	Recursos Naturales Renovables (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
17	Ingeniería Forestal	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
18	Enfermería (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	2	5	1	5	1	5	1
19	Enfermería (Rediseño)	Ocasionales/contrato	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	2	5	2	5	2	5	1
20	Enfermería (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	2	5	1	5	1	5	1
21	Enfermería (Rediseño)	Titulares	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
22	Pedagogía de las Ciencias Experimentales	Ocasionales/contrato	Cuarto nivel (Maestría)	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1