



Escuela de Administración de Tecnologías de Información

**Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de
ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la
Calidad de las Clases Virtuales**

Trabajo Final de Graduación para optar al grado de Licenciatura en Administración
de Tecnología de Información

Modalidad Seminario de Graduación

Elaborado por: Héctor David Delgado Aguirre

Prof. Tutor: Ing. MSc. Juan Andrés Segreda

Cartago, Costa Rica

II Semestre

Noviembre, 2024

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales



Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales © 2024 por Héctor David Delgado Aguirre está sujeta a la licencia [Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4,0 Internacional de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Hoja de Aprobación

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

GRADO ACADÉMICO: LICENCIATURA

Los miembros del Tribunal Examinador de la Escuela de Administración de Tecnologías de Información, recomendamos que el siguiente informe del Trabajo Final de Graduación del estudiante Héctor David Delgado Aguirre sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de Licenciatura de Tecnología de Información.

Ing. Juan Andrés Segreda Johanning, MSc – Profesor Tutor
(Firmado Digitalmente)

Pedro Leiva – Lector externo

Néstor Morales – Lector académico

Ing. Yarima Sandoval Sánchez, MSc – Coordinadora de Trabajo Final de Graduación

Dedicatoria

A mis padres, por siempre apoyarme en todo lo que hago. Gracias por su paciencia y comprensión.

A mi abuela Nuria, por su inmenso amor y aliento. Gracias por siempre creer en mi capacidad de volverme un profesional.

Al ministerio Cristo a las Naciones, por ser la lámpara que alumbra mis pasos por el camino angosto. Gracias por ser mi familia y cobertura.

A mi Dios, quien me concede de su inteligencia y sabiduría para presentar este trabajo. Toda gloria y honra a Él.

Resumen

Esta investigación propone una solución tecnológica para estandarizar la experiencia de enseñanza remota en la Escuela de Administración de Tecnologías de Información del Tecnológico de Costa Rica. El estudio empleó un enfoque mixto, combinando entrevistas en profundidad a docentes y funcionarios institucionales con una encuesta aplicada a 103 estudiantes. Se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo para evaluar la percepción de la educación virtual, identificar necesidades específicas y definir requerimientos para una solución tecnológica integrada.

Los resultados revelaron una percepción predominantemente negativa entre los docentes y neutral entre los estudiantes hacia la educación virtual. Se identificó que el 93% de los profesores expresó preocupaciones sobre la integridad académica en las evaluaciones virtuales. La investigación demostró que el 89.3% de las necesidades identificadas pueden ser abordadas mediante soluciones tecnológicas, y que la principal brecha tecnológica es la ausencia de una herramienta de proctoring.

La solución propuesta integra el TEC Digital con herramientas del ecosistema Microsoft 365 y recomienda el desarrollo de un sistema de proctoring utilizando Safe Exam Browser. Esta implementación, junto con un programa de capacitación docente estructurado, busca mejorar la calidad de la educación virtual y estandarizar la experiencia de aprendizaje en la escuela.

Palabras clave: educación virtual, proctoring, tecnología educativa, estandarización de herramientas, enseñanza remota.

Abstract

This research proposes a technological solution to standardize the remote teaching experience at the School of Information Technology Administration at the Costa Rica Institute of Technology. The study employed a mixed-method approach, combining in-depth interviews with faculty and institutional staff, and a survey administered to 103 students. Quantitative and qualitative analyses were conducted to evaluate perceptions of virtual education, identify specific needs, and define requirements for an integrated technological solution.

Results revealed a predominantly negative perception among faculty and a neutral perception among students towards virtual education. The study found that 93% of professors expressed concerns about academic integrity in virtual assessments. The research demonstrated that 89.3% of identified needs could be addressed through technological solutions, and that the main technological gap is the absence of a proctoring tool.

The proposed solution integrates TEC Digital with Microsoft 365 ecosystem tools and recommends developing a proctoring system using Safe Exam Browser. This implementation, along with a structured teacher training program, aims to improve the quality of virtual education and standardize the learning experience within the school.

Keywords: virtual education, proctoring, educational technology, tool standardization, remote teaching.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1 – Introducción	1
1.1. Descripción general	1
1.1.1. Situación por analizar	2
1.1.2. Situación problemática hipotética.....	3
1.1.3. Justificación del estudio y beneficios esperados.....	4
1.1.4. Definición de Calidad	7
1.2. Objetivos del Trabajo Final de Graduación	8
1.2.1. Objetivo General	8
1.2.2. Objetivos Específicos.....	8
Objetivo Específico 1	8
Objetivo Específico 2.....	9
Objetivo Específico 3.....	9
1.3. Alcance de la investigación	9
1.3.1. Entregables.....	10
1.3.2. Supuestos	10
1.3.3. Exclusiones	11
1.3.4. Limitaciones.....	11
1.4. Área de Investigación de la Escuela de ATI.....	11
Capítulo 2 – Estado del Arte	12
2.1. Impacto de la crisis sanitaria en la educación superior y el uso de herramientas tecnológicas.....	12
2.1.1. Limitaciones de la educación virtual	12
2.1.2. Desafíos metodológicos y pedagógicos	12
2.2. Eficacia de la enseñanza virtual y evaluación de su calidad.....	13
2.2.1. Percepciones sobre la calidad de la educación virtual	14
2.2.2. Eficacia de la enseñanza virtual	14
2.2.3. Evaluación de la calidad de la enseñanza virtual.....	15
2.3. Impacto en la salud mental de los estudiantes	15
2.3.1. Estrés, ansiedad y depresión en el contexto de la educación virtual	16
2.3.2. Causas del deterioro de la salud mental en la educación virtual.....	16
2.3.3. Consecuencias psicológicas a largo plazo	17

2.4.	Retos y oportunidades en la enseñanza de idiomas a través de la virtualidad.....	17
2.4.1.	Desafíos de la enseñanza en entornos virtuales	18
2.4.2.	Estrategias y oportunidades pedagógicas en la enseñanza virtual de idiomas.....	18
2.4.3.	Retos relacionados con la motivación y el compromiso del estudiante.....	19
2.5.	Percepción de los estudiantes sobre la educación remota.....	19
2.5.1.	Desigualdad en el acceso a la tecnología y su impacto en la percepción de los estudiantes	20
2.5.2.	Calidad percibida, efectividad pedagógica y aspectos positivos de la educación remota	20
Capítulo 3 – Marco Metodológico.....		22
3.1.	Tipo y enfoque de Investigación.....	22
3.2.	Diseño de la Investigación.....	23
3.3.	Población y muestra del estudio	24
3.3.1.	Población.....	24
3.3.2.	Muestra del Estudio	25
3.3.3.	Estrategia de muestreo	25
3.4.	Fuentes de información.....	26
3.5.	Sujetos de información	28
3.6.	Variables de la Investigación	30
3.7.	Instrumentos de Investigación	34
3.7.1.	Entrevista en Profundidad.....	34
3.7.2.	Encuesta	34
3.7.3.	Tablas de Codificación	34
3.7.4.	Matrices de Frecuencia	34
3.7.5.	Listas de Criterios	35
3.7.6.	Matriz de Requerimientos.....	35
3.7.7.	Ficha de Registro	35
3.7.8.	Matrices de Cobertura.....	35
3.8.	Procedimiento Metodológico de la Investigación.....	36
3.8.1.	Hipótesis de la Investigación	36
3.8.2.	Fases de desarrollo del proyecto	36
3.8.2.1.	Fase 1: Análisis de la Situación Actual	37

3.8.2.2.	Fase 2: Identificación de Necesidades y Requerimientos	37
3.8.2.3.	Fase 3: Exploración de las Herramientas Disponibles en el Mercado	37
3.8.2.4.	Fase 4: Análisis de los Resultados	37
3.9.	Tabla resumen del procedimiento metodológico de la investigación	37
3.10.	Tratamiento de los datos	39
3.10.1.	Datos Cuantitativos	39
3.10.1.1.	Limpieza	39
3.10.1.2.	Transformación	39
3.10.1.3.	Obtención de Nuevos Datos.....	39
3.10.1.4.	Visualización.....	40
3.10.2.	Datos Cualitativos	40
3.10.2.1.	Limpieza	40
3.10.2.2.	Transformación	40
3.10.2.3.	Visualización.....	41
3.11.	Operacionalización de las Variables.....	41
Capítulo 4 – Resultados de la Investigación		43
4.1.	Análisis de la Situación Actual	43
4.1.1.	Entrevistas a los Docentes	43
4.1.1.1.	Transición a la Virtualidad	43
4.1.1.2.	Tecnologías Utilizadas	43
4.1.1.3.	Interacción y Participación Estudiantil	43
4.1.1.4.	Evaluación del Aprendizaje y Rendimiento Académico.....	44
4.1.1.5.	Percepción del Aprendizaje de los Estudiantes.....	44
4.1.1.6.	Expectativas y Necesidades Futuras	44
4.1.2.	Encuestas a los Estudiantes.....	44
4.1.2.1.	Plataforma Unificada	45
4.1.2.2.	Impacto en el Aprendizaje y Rendimiento.....	46
4.1.2.3.	Acceso a Materiales Didácticos	46
4.1.2.4.	Comunicación e Interacción	46
4.1.2.5.	Eficiencia en la Entrega de Tareas y Proyectos	46

4.1.2.6.	Confiabilidad de las Herramientas.....	46
4.1.2.7.	Análisis de Correlaciones	46
4.1.2.8.	Respuestas Cualitativas.....	48
4.1.3.	Entrevistas Adicionales.....	48
4.1.3.1.	Entrevista con el DOP.....	48
4.1.3.2.	Entrevista con el CEDA.....	49
4.1.3.3.	Entrevista con la dirección de ATI	51
4.1.4.	Análisis de los Datos Obtenidos	51
4.1.4.1.	Prueba de Hipótesis para los Estudiantes.....	51
4.1.4.2.	Prueba de Hipótesis para los Docentes	52
4.1.4.3.	Implicaciones de las Pruebas de Hipótesis	53
4.2.	Identificación de Necesidades y Requerimientos	54
4.2.1.	Identificación de Necesidades Reales	54
4.2.1.1.	Dolores Críticos de los Docentes.....	54
4.2.1.2.	Dolores Críticos de los Estudiantes	55
4.2.1.3.	Mejoras Deseadas de los Profesores	56
4.2.1.4.	Mejoras Deseadas de los Estudiantes	58
4.2.1.5.	Funcionalidades Más Utilizadas por los Profesores	58
4.2.2.	Definición de Criterios.....	60
4.2.2.1.	Criterios del DOP.....	61
4.2.2.2.	Criterios del CEDA.....	61
4.2.2.3.	Criterios de la Dirección de ATI	62
4.2.3.	Ingeniería de Requerimientos de la Solución	62
4.2.3.1.	Paso 1. Elicitación.....	64
4.2.3.2.	Paso 2. Análisis	71
4.2.3.3.	Paso 3. Especificación	73
4.2.3.4.	Paso 4. Validación	80
4.2.4.	Implicaciones de los Resultados de Cobertura	86
4.3.	Exploración de las Herramientas Disponibles	87
4.3.1.	Recopilación de Herramientas	87

4.3.1.1.	Herramientas de Videoconferencia	88
4.3.1.2.	Herramientas de Actividades y Gamificación.....	88
4.3.1.3.	Herramientas de Pizarra Colaborativa	89
4.3.1.4.	Herramientas de Proctoring	89
4.3.1.5.	Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo	90
4.3.1.6.	Herramientas de Diagramación.....	90
4.3.1.7.	Herramientas para Programación Colaborativa	90
4.3.1.8.	Plataformas de Gestión del Aprendizaje	91
4.3.1.9.	Exclusión de las Plataformas de Evaluación	91
4.3.1.10.	Resumen de las Herramientas Escogidas por Categoría.....	91
4.3.2.	Verificación de la cobertura de requerimientos por las herramientas.....	94
4.3.2.1.	Plataformas de Gestión del Aprendizaje (LMS)	94
4.3.2.2.	Herramientas de Videoconferencia	99
4.3.2.3.	Herramientas de Actividades y Gamificación.....	99
4.3.2.4.	Herramientas de Pizarra Colaborativa	100
4.3.2.5.	Herramientas de Proctoring	100
4.3.2.6.	Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo	101
4.3.2.7.	Herramientas de Diagramación.....	101
4.3.2.8.	Herramientas para Programación Colaborativa	101
4.4.	Análisis de los Resultados	101
4.4.1.	Evaluación y Elección de las Herramientas.....	101
4.4.1.1.	Plataformas de Gestión del Aprendizaje (LMS)	101
4.4.1.2.	Herramientas de Videoconferencia	110
4.4.1.3.	Herramientas de Actividades y Gamificación.....	111
4.4.1.4.	Herramientas de Pizarra Colaborativa	112
4.4.1.5.	Herramientas de Proctoring	113
4.4.1.6.	Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo	114
4.4.1.7.	Herramientas de Diagramación.....	114
4.4.1.8.	Herramientas para Programación Colaborativa	115
4.4.2.	Formulación de la Solución	116

4.4.2.1.	Herramientas que Conforman la Solución	116
4.4.2.2.	Integraciones entre herramientas	116
4.4.2.3.	Proceso de Implementación de las Integraciones	119
4.4.2.4.	Temario de Capacitación para Profesores	140
Capítulo 5 – Limitaciones y Problemas Encontrados		143
5.1.	Limitaciones Metodológicas	143
5.2.	Limitaciones en la Recolección de Datos	143
5.3.	Limitaciones Técnicas	143
5.4.	Limitaciones en los Instrumentos	143
5.5.	Desfases de Tiempo	144
Capítulo 6 – Discusión y Conclusiones		145
6.1.	Discusión.....	145
6.1.1.	Percepción de la Educación Virtual.....	145
6.1.2.	Análisis de Necesidades y Brechas Tecnológicas	145
6.1.3.	Análisis Comparativo de Soluciones	146
6.1.4.	Integración y Estandarización de Herramientas	146
6.2.	Conclusiones	147
6.2.1.	Objetivo Específico 1.....	147
6.2.2.	Objetivo Específico 2.....	147
6.2.3.	Objetivo Específico 3.....	148
Capítulo 7 – Cumplimiento de Objetivos		149
Capítulo 8 – Recomendaciones.....		151
10.1.	Para la Escuela de ATI.....	151
10.2.	Para los Docentes.....	151
10.3.	Para Investigaciones Futuras.....	152
10.3.1.	Metodología y Alcance de la Investigación.....	152
10.3.2.	Evaluación de Impacto y Efectividad	152
10.3.3.	Aspectos Técnicos y de Desarrollo.....	152
10.3.4.	Aspectos Pedagógicos.....	152
10.3.5.	Temas No Explorados en la Investigación Actual.....	153
Capítulo 9 – Referencias		153

Capítulo 10 – Apéndices	158
Apéndice A. Primera reunión con el profesor tutor	158
Apéndice B. Segunda reunión con el profesor tutor	159
Apéndice C. Tabla de Codificación de los Problemas de los Profesores.....	160
Apéndice D. Tabla de Codificación de las Funcionalidades de los Profesores	161
Apéndice E. Tabla de Codificación de las Mejoras Deseadas por los Profesores	161
Apéndice F. Respuestas abiertas de los estudiantes encuestados.....	162
Apéndice G. Cobertura del TEC Digital y los Tres Principales LMS del Mercado sobre los requerimientos de la solución.....	163
Apéndice H. Cobertura de Zoom y Teams sobre los Requerimientos	165
Apéndice I. Cobertura de las Herramientas de Proctoring sobre los Requerimientos	167
Apéndice J. Cobertura de las Herramientas de Actividades y Gamificación sobre los Requerimientos.....	168
Apéndice K. Cobertura de las Herramientas de Pizarra Colaborativa sobre los Requerimientos	169
Apéndice L. Cotización de Servicios en AWS para el LMS Paralelo	170
Apéndice M. Tercera reunión con el profesor tutor	171
Apéndice N. Cuarta reunión con el profesor tutor	172
Apéndice O. Quinta reunión con el profesor tutor	173
Apéndice P. Reunión con Ingenieros del TEC Digital.....	175
Apéndice Q. Sexta reunión con el profesor tutor	177
Apéndice R. Séptima reunión con el profesor tutor	178
Apéndice S. Minuta de Reunión de la Entrevista con el Departamento de Orientación y Psicología	180
Apéndice T. Minuta de Reunión de la Entrevista con el Centro de Desarrollo Académico ...	181
Apéndice U. Tabla de Codificación de las Respuestas Abiertas de los Estudiantes.....	182
Apéndice V. Encuesta mixta	183
Apéndice W. Entrevista en profundidad	185
Apéndice X. Fichas de Registro de las Herramientas	187
Apéndice Y. Transcripción de la conversación por chat con Ingenieros del TEC Digital	211
Apéndice Z. Cobertura de los Requerimientos Sobre los Dolores Críticos	215
Apéndice AA. Cobertura de los Requerimientos Sobre las Mejoras Deseadas	216
Apéndice AB. Cobertura de los Requerimientos Sobre las Funcionalidades	217

Apéndice AC. Entrevista Semi-Estructurada Aplicada al DOP	218
Apéndice AD. Entrevista Semi-Estructurada Aplicada al CEDA.....	219
Apéndice AE. Entrevista Semi-Estructurada Aplicada a la Dirección de ATI.....	220
Apéndice AF. Revisión de la estimación de tiempo y costo para la integración de SEB en el TEC Digital.	221
Apéndice AG. Árbol del Problema	223
Apéndice AH. Cobertura de los Requerimientos sobre los Criterios.....	224
Capítulo 11 – Anexos.....	225
Anexo I. Modificaciones al Artículo 48 RREA.	225
Anexo II. Cuadrante de SoftwareReviews para Herramientas LMS	226
Anexo III. Principales herramientas LMS según Gartner Peer Insights	227
Anexo IV. Plan de Estudios 2053	228

Índice de Tablas

Tabla 1 Definición de Calidad Según Criterios de SINAES	7
Tabla 2 Fuentes primarias de información.....	26
Tabla 3 Fuentes secundarias de Investigación	27
Tabla 4 Sujetos de Investigación	28
Tabla 5 Variables de la Investigación	30
Tabla 6 Resumen del procedimiento metodológico.....	37
Tabla 7 Operacionalización de las Variables.....	41
Tabla 8 Resumen de las respuestas numéricas de los estudiantes encuestados.....	44
Tabla 9 Matriz de Frecuencia para Dolores Críticos de los Profesores	54
Tabla 10 Dolores críticos identificados para las respuestas abiertas de las encuestas.....	56
Tabla 11 Dolores críticos identificados para las respuestas numéricas de las encuestas.....	56
Tabla 12 Matriz de Frecuencia para Mejoras Mencionadas por los Profesores	57
Tabla 13 Mejoras deseadas identificados para las respuestas abiertas de las encuestas.....	58
Tabla 14 Mejoras deseadas identificados para las respuestas numéricas de las encuestas.....	58
Tabla 15 Matriz de Frecuencia de Funcionalidades Mencionadas por los Profesores	59
Tabla 16 Lista de Criterios del DOP	61
Tabla 17 Lista de Criterios del CEDA.....	61
Tabla 18 Lista de Criterios de la Dirección de ATI.....	62
Tabla 19 Proceso de Ingeniería de Requerimientos Ajustado	63
Tabla 20 Redacción de Requerimientos de la Solución.....	68
Tabla 21 Especificación de Requerimientos Final.....	73
Tabla 22 Tabla Resumen de la Matriz de Cobertura de Requerimientos sobre los Criterios	80
Tabla 23 Tabla Resumen de la Matriz de Cobertura de Requerimientos sobre las Funcionalidades	81
Tabla 24 Matriz de Cobertura de Requerimientos sobre los Dolores Críticos	82
Tabla 25 Matriz de Cobertura de Requerimientos sobre las Mejoras Deseadas.....	84
Tabla 26 Resumen de la Cobertura de los Requerimiento sobre las Necesidades.....	86
Tabla 27 Resumen de las Herramientas Evaluadas para la Solución	92
Tabla 28 Análisis FODA del TEC Digital.....	95
Tabla 29 Matriz de Cobertura del TEC Digital sobre los Requerimientos.....	96
Tabla 30 Tabla Resumen de la Comparativa entre el TEC Digital y los Tres Principales LMS del Mercado	99
Tabla 31 Tabla Resumen de la Cobertura de Teams y Zoom sobre los Requerimientos	99
Tabla 32 Tabla Resumen de la Cobertura de las Herramientas de Actividades y Gamificación sobre los Requerimientos	100
Tabla 33 Tabla Resumen de la Cobertura de las Herramientas de Pizarra Colaborativa sobre los Requerimientos	100
Tabla 34 Tabla Resumen de la Cobertura de las Herramientas de Proctoring sobre los Requerimientos	101
Tabla 35 Costos del Desarrollo e Integración de la Solución de Proctoring	106
Tabla 36 Servicios de AWS y su Configuración para el LMS Paralelo	107

Tabla 37 Costos de la Infraestructura para la Implementación de Moodle durante Tres Años..	108
Tabla 38 Comparación de las Herramientas de Gamificación Escogidas	111
Tabla 39 Comparación de las Herramientas de Programación Colaborativa	115
Tabla 40 Herramientas que Conforman la Solución Tecnológica	116
Tabla 41 Integraciones de la Solución Tecnológica	118
Tabla 42 Temario de Capacitación para los Profesores de ATI	141
Tabla 43 Cumplimiento de los Objetivos de la Investigación	149

Índice de Figuras

Figura 1 Diseño de Triangulación Concurrente.....	24
Figura 2 Diagrama de fases del procedimiento metodológico.....	36
Figura 3 Matriz de Correlaciones de las Preguntas de las Encuestas	47
Figura 4 Clasificación de las Respuestas de los Profesores para la Prueba de Hipótesis.....	53
Figura 5 Buenas Prácticas de la Ingeniería de Requerimientos.....	63
Figura 6 Diagrama de Gantt para el Desarrollo e Integración de la Solución de Proctoring	103
Figura 7 Niveles de Precios de Moodle Cloud	108
Figura 8 Diagrama de Integraciones entre las Herramientas	117
Figura 9 Convenciones del Diagrama de Integración.....	118
Figura 10 Búsqueda de la Herramienta Visio en Microsoft 365	120
Figura 11 Pantalla Principal de Visio en Microsoft 365.....	120
Figura 12 Opciones de Edición de Microsoft Visio.....	121
Figura 13 Ubicación del botón "Archivo" en Microsoft Visio	121
Figura 14 Ubicación de la opción "Insertar" en Microsoft Visio	121
Figura 15 Opciones de Incrustación de Diagramas de Microsoft Visio	122
Figura 16 Editor de Texto TinyMCE dentro del TEC Digital.....	122
Figura 17 Opción de Edición del Código Fuente dentro de TinyMCE en el TEC Digital.....	123
Figura 18 Inserción del Código de Incrustación de Visio en el TEC Digital	123
Figura 19 Diagrama de Microsoft Visio Incrustado dentro del TEC Digital	124
Figura 20 Ubicación de la Opción "Reuniones en línea" dentro del TEC Digital.....	124
Figura 21 Pantalla de Inicio de Sesión de Microsoft Teams dentro del TEC Digital.....	125
Figura 22 Pantalla de Gestión de Reuniones de Microsoft Teams dentro del TEC Digital	125
Figura 23 Pantalla de Creación de una Nueva Reunión de Microsoft Teams dentro del TEC Digital	126
Figura 24 Pantalla Principal de Blooket	127
Figura 25 Ubicación del botón "Host" dentro de Blooket	128
Figura 26 Lista de Juegos Disponibles dentro de Blooket.....	128
Figura 27 Configuración de las actividades de Blooket y Ubicación del Botón "Host Now"	129
Figura 28 Utilización de Microsoft Teams para Realizar Actividades en Blooket	129
Figura 29 Ubicación del Botón que Permite Agregar Nuevas Pestañas en Microsoft Teams....	130
Figura 30 La Aplicación de Microsoft Visio dentro de Microsoft Teams.....	130
Figura 31 Ventana que Permite Escoger el Diagrama que se Publicará en Microsoft Teams....	131
Figura 32 Diagrama de Microsoft Visio Publicado Como una Pestaña Dentro de Microsoft Teams.....	131
Figura 33 Ubicación de la Opción "Editar en Teams" dentro del Diagrama Publicado en Microsoft Teams	132
Figura 34 Hoja de Cálculo de Excel Publicada Como una Pestaña Dentro de Microsoft Teams	132
Figura 35 Documento de Word Publicado Como una Pestaña Dentro de Microsoft Teams	133
Figura 36 Presentación de PowerPoint Publicada como una Pestaña Dentro de Microsoft Teams	133

Figura 37 Página de la Extensión Live Share Dentro del Mercado de Aplicaciones de Visual Studio	134
Figura 38 Ubicación de la Extensión Live share dentro de Visual Studio Code y de las Opciones para Limitar Acceso al Código	134
Figura 39 Notificación de la Extensión Live Share Indicando que el Enlace de la Sesión fue Copiado al Portapapeles.....	135
Figura 40 Utilización de Microsoft Teams para Realizar Actividades de Programación Colaborativa en Clase	135
Figura 41 Ubicación del Botón "Compartir Contenido" dentro de Microsoft Teams	136
Figura 42 Ubicación de Microsoft Whiteboard Dentro de las Reuniones de Microsoft Teams.	136
Figura 43 Opciones para la Compartición de la Pizarra Colaborativa.....	137
Figura 44 Plantillas Disponibles dentro de Microsoft Whiteboard	137
Figura 45 Ejemplo de Pizarra Colaborativa Dentro de Microsoft Whiteboard	138
Figura 46 Uso del Apartado de Archivos Recientes para Encontrar la Pizarra Colaborativa	138
Figura 47 Uso de la Barra de Búsqueda Superior para Encontrar la Pizarra Colaborativa por su Nombre	139
Figura 48 Uso de la Barra Superior de Búsqueda para Encontrar la Herramienta Microsoft Whiteboard.....	139
Figura 49 Archivos Recientes dentro de la Herramienta Microsoft Whiteboard	140

Capítulo 1 – Introducción

En esta sección inicial, se describe el contexto de la investigación, se explica el problema por abordar, se mencionan las preguntas de investigación que se plantean, los beneficios directos e indirectos que se esperan alcanzar, y se exponen tanto el objetivo general como los objetivos específicos. También se define el alcance del proyecto, se argumenta su justificación, se discuten las limitaciones y supuestos, y se enumeran los entregables previstos.

1.1. Descripción general

En la actualidad, la educación virtual ha permanecido con una relevancia sin precedentes debido a las circunstancias globales impuestas por la pandemia de COVID-19. Esta modalidad ha permitido la continuidad de los procesos educativos y la flexibilidad de las clases virtuales. Sin embargo, también ha presentado una serie de desafíos tanto tecnológicos como pedagógicos. De acuerdo con el reporte del estado de la educación publicado por el Consejo Nacional de Rectores en el 2023, entre un 20-30% de los estudiantes universitarios en el país matricularon más cursos que los que habrían matriculado en forma presencial [11].

Sin embargo, en una consulta con las vicerrectorías de docencia del país incluida en ese mismo estado de la educación de CONARE [11], se encontró que menos del 35% de las vicerrectorías está siempre de acuerdo con que las personas salen igual de preparadas de procesos de educación virtual en comparación con aquellos en modalidad presencial, menos del 29% asegura que la educación virtual es siempre de igual calidad que la educación presencial, y tan solo el 20% asegura que los estudiantes aprenden igual en la educación virtual en comparación con la educación presencial. Es importante recalcar que el 8.5% de las vicerrectorías encuestadas determinaron que la educación virtual es siempre peor en comparación con la educación presencial.

Estas cifras señalan problemas en la educación remota que son alarmantes. Por una parte, los estudiantes están matriculando más cursos. Es decir, están aumentando la proporción de cursos en modalidad virtual que matriculan en comparación a los cursos presenciales. Por otra parte, las vicerrectorías de las universidades del país concuerdan en que la calidad de la educación virtual depende del curso y de la carrera, pero solo se asegura una calidad igual a la modalidad presencial en aproximadamente el 30% de los casos. Quiere decir que, de acuerdo con esas estadísticas, los estudiantes de las universidades de Costa Rica están matriculando más cursos en una modalidad que, con certeza, solo les ofrece una calidad a la altura de la modalidad presencial el 30% de las veces.

El informe del estado de la educación del año 2021 incluso incluye una visualización que muestra que, de seis emociones evaluadas en estudiantes universitarios de la UCR, TEC, UTN y ULatina (tres emociones positivas y tres negativas), las de mayor proporción, sustancialmente, son las negativas. La emoción más compartida entre los estudiantes fue el de sentirse “ansioso por la incertidumbre sobre cómo iba a terminar el ciclo”, seguido por el sentirse “preocupado por su rendimiento en los cursos” [10].

Con miras a aumentar la estandarización de la educación virtual en el Tecnológico de Costa Rica (TEC), en este trabajo se propondrá una solución tecnológica de enseñanza remota que busca mejorar la efectividad de la enseñanza remota y la confianza en las evaluaciones virtuales dentro de la Escuela de ATI. Este último punto resulta de particular relevancia ya que, aunque el estado de la educación menciona que no se cuenta con evidencia al respecto, la proporción de estudiantes que reprobaron cursos virtuales fue menor y las evaluaciones virtuales han sido cuestionadas por factores como el ver clases grabadas y “hacer trampa” al desarrollar exámenes [11].

Los criterios para definir qué aspectos de la educación virtual tienen falencias y están en necesidad de optimización se obtendrán de conversaciones con los docentes, el Departamento de Orientación y Psicología de la institución, y encuestas realizadas a los estudiantes. Se pretende diseñar una plataforma tecnológica adaptada a las necesidades específicas de los docentes y estudiantes con el fin de incrementar la eficiencia y efectividad de los procesos educativos virtuales mediante la estandarización de la experiencia de aprendizaje. Esto, a su vez, busca reducir la inconsistencia y desigualdad en las clases.

1.1.1. Situación por analizar

La pandemia del COVID-19 ha generado un impacto sin precedentes en diversos aspectos de la vida cotidiana, siendo uno de los más afectados el sector educativo [26]. A nivel global, y como indican Mahadevan y Prabakar, “el proceso sistemático de todas las instituciones académicas, educativas y de investigación colapsó con la llegada de la pandemia del COVID-19”. Esto llevó a que las instituciones educativas se vieran obligadas a adaptarse rápidamente a un modelo de enseñanza remota para continuar con sus actividades académicas [2]. El Tecnológico de Costa Rica (TEC) no fue la excepción [45]. La emergencia sanitaria forzó, en las instituciones educativas de países en desarrollo como el TEC, una transición abrupta hacia la virtualidad, revelando múltiples desafíos en la provisión de una educación de calidad que pueda ser evaluada de manera justa y precisa [45][43].

Esta situación contribuyó a una adopción acelerada de tecnologías de enseñanza remota. Aunque esta transición permitió la continuidad del proceso educativo, también puso de manifiesto una serie de problemas en el proceso. Según la UNESCO, más de 1.500 millones de estudiantes en 190 países se vieron afectados por el cierre de instituciones, lo que evidenció la brecha digital y la desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos [51]. Este cambio repentino ha tenido repercusiones en la calidad de la educación, el bienestar de los estudiantes y la capacidad de los docentes para adaptarse a nuevas metodologías de enseñanza [52].

En el contexto del TEC, y específicamente en la escuela de Administración de Tecnologías de Información (ATI), la transición a la enseñanza remota parece haber presentado retos. Uno de los problemas principales ha sido “garantizar una educación de alta calidad que pueda ser evaluada de manera confiable” ya que “no existe actualmente una metodología o herramienta de enseñanza estandarizada que permita ofrecer a los estudiantes una educación virtual consistente y efectiva” (J. A. Segreda, comunicación personal, 27 de mayo del 2024).

A esto se suma que, de acuerdo con una solicitud de modificación reciente al Reglamento del Régimen de Enseñanza y Aprendizaje (RREA) del TEC, el 100% de las actividades, incluyendo las evaluaciones, deberán ser remotas para cursos en modalidad virtual (ver el Anexo I. Modificaciones al Artículo 48 RREA.). Sin una herramienta que permita la confianza en las evaluaciones, es evidente que tal modificación pone en riesgo la medida en que se podrá evaluar con certeza el aprendizaje de los estudiantes.

De acuerdo con Tadesse, la falta de herramientas tecnológicas adecuadas para la enseñanza remota puede tener las siguientes consecuencias a corto y largo plazo:

- **Desigualdad en el Aprendizaje:** La disparidad en las metodologías y herramientas utilizadas por los docentes puede resultar en desigualdades en el aprendizaje de los estudiantes. Algunos pueden recibir una educación de mayor calidad que otros, lo que exacerbar la inequidad educativa. [43]
- **Desmotivación y Deserción:** La percepción de una educación de menor calidad puede desmotivar a los estudiantes, incrementando las tasas de deserción. La falta de interacción y apoyo adecuado en el entorno virtual puede llevar a una disminución del rendimiento académico y del interés por los estudios. [43]

1.1.2. Situación problemática hipotética

La investigación busca probar primeramente si la siguiente problemática hipotética es real:

1. **Percepción Negativa Acerca de las Clases Virtuales:** La experiencia de clases virtuales es inherentemente distinta a la de las clases presenciales. Esto conlleva cambios que no necesariamente son abordados de forma tal que conduzca a una percepción positiva. Se cree que existe en la comunidad de docentes y estudiantes de ATI una percepción negativa al respecto de la experiencia de las clases virtuales.
2. **Evaluaciones Susceptibles al Fraude:** La veracidad y precisión de las evaluaciones remotas en instituciones públicas de educación superior del país han sido cuestionadas, como se evidencia en el estado de la educación del año 2023 [11]. Sin herramientas robustas para prevenir el fraude, las evaluaciones pueden no reflejar el verdadero aprovechamiento de los estudiantes. Esta situación compromete la integridad académica y la validez de los resultados obtenidos, y se cree es el caso en la escuela de ATI.
3. **Disparidad de Herramientas:** La utilización de diversas herramientas tecnológicas para el desarrollo, aplicación y control de las clases y evaluaciones puede provocar una experiencia de aprendizaje inconsistente y con evaluaciones desconfiables. Si cada docente utiliza sus propios métodos y herramientas, esto puede llevar a inconsistencias en el aprendizaje y la evaluación de los estudiantes. Se cree que la utilización de un gran número de herramientas dispares y ambientes de herramientas heterogéneas es una situación real en la escuela de ATI.

A raíz del interés por comprobar si la situación descrita anteriormente existe, se obtienen las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Existe en la escuela de ATI una mala percepción de la educación virtual?

Esta pregunta pretende clarificar si la situación problemática hipotética es en efecto real. Además, busca determinar si las dos principales oportunidades de mejora identificadas, las evaluaciones susceptibles al fraude y la disparidad de herramientas son parte de esta problemática, sabiendo que es seguro que haya más situaciones además de esas.

2. ¿Es posible abordar, mediante una solución tecnológica, los problemas de los docentes y estudiantes de ATI, así como estandarizar su experiencia de enseñanza remota, y ayudar a disminuir el fraude en las evaluaciones virtuales?

Esta segunda pregunta pretende determinar si es posible abordar los problemas encontrados en las experiencias de los profesores y estudiantes con herramientas tecnológicas. De ser así, entonces esta pregunta conduce a la tercera interrogante de la investigación:

3. ¿Qué solución de enseñanza remota se adecua mejor a las necesidades de la comunidad educativa de la escuela de ATI?

Esta pregunta final busca encontrar cuales de las herramientas del mercado se adaptan mejor a las necesidades, preferencias y limitaciones de la comunidad educativa y la escuela de ATI. Es posible que exista una herramienta que cubra todas las necesidades, que sea necesario integrar varias herramientas en el flujo de trabajo de las clases, o que sea mejor realizar algún tipo de desarrollo interno (parcial o completo), o adaptación de software de código abierto.

Debido a que esta situación problemática debe verificarse mediante un estudio exploratorio inicial, el árbol del problema se encontrará en el Apéndice AG. Árbol del Problema una vez se estudie y defina la situación problemática real.

1.1.3. Justificación del estudio y beneficios esperados.

El proyecto propone la creación de una estrategia tecnológica que aborde los principales desafíos identificados en la enseñanza remota, incluyendo la inadecuación y disparidad de herramientas y metodologías, la susceptibilidad al fraude en evaluaciones, y la desigualdad en el aprendizaje. Esto se logrará mediante la investigación de metodologías y herramientas disponibles en el mercado y en uso en otras instituciones. La solución se centrará en el desarrollo de una plataforma tecnológica que satisfaga los requerimientos tanto de docentes como de estudiantes, promoviendo una educación estandarizada y consistente. Esto pretende responder a dolencias tanto de docentes como de estudiantes. El TEC se ve interesado en esta investigación debido a su compromiso con la calidad de la educación y su notoriedad como institución rigurosa en sus evaluaciones.

La frase “estrategia tecnológica” hace referencia a las herramientas, aplicaciones, plugins, repositorios, desarrollos internos, y demás elementos tecnológicos que sean necesarios para conformar una plataforma de enseñanza remota. Esta pretende estandarizar la experiencia de aprendizaje y educación virtual tanto para docentes como estudiantes.

El proyecto también se apeg a los siguientes objetivos de desarrollo sostenible de la ONU:

ODS 4: Educación de Calidad

- Meta 4.3: De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria. [32]

Contribución del Proyecto al ODS 4:

- Mejora de la Calidad Educativa: La implementación de una estrategia estandarizada y una plataforma tecnológica busca mejorar la calidad de la enseñanza virtual, incluso en un entorno remoto.
- Evaluaciones Confiables: Al desarrollar herramientas que prevengan el fraude y garanticen la precisión de las evaluaciones, se asegura que los resultados reflejen verdaderamente el rendimiento de los estudiantes.
- Reducción de Desigualdades: Una plataforma estandarizada contribuye a reducir las desigualdades en el acceso a recursos educativos y garantiza que todos los estudiantes reciban una educación de calidad comparable.

ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico

- Meta 8.2: Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra. [32]
- Meta 8.3: Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros. [32]

Contribución del proyecto al ODS 8:

- Promoción de la innovación: El proyecto propone la adopción de nuevas herramientas y metodologías para la mejora de la enseñanza remota. Esto implica modernización, creatividad y estandarización. [32]

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

- 9.a Facilitar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes en los países en desarrollo mediante un mayor apoyo financiero, tecnológico y técnico a los países africanos, los países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral y los pequeños Estados insulares en desarrollo. [32]
- 9.b Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otros. [32]

Contribución del Proyecto al ODS 9:

- Innovación Tecnológica en Educación: El proyecto propone la implementación y uso de tecnología para mejorar la enseñanza remota, fomentando la adopción de nuevas herramientas y metodologías.
- Desarrollo de Infraestructura Digital: Al diseñar una plataforma tecnológica para la educación remota, se fortalece la infraestructura digital de la escuela, facilitando una mejor adaptación a la enseñanza virtual.

A continuación, se listan también los beneficios directos e indirectos esperados de la investigación:

Beneficios directos:

- La investigación permitirá identificar y documentar los problemas y desafíos específicos que enfrentan tanto estudiantes como docentes en la enseñanza remota.
- Al identificar estos problemas críticos, se crea una base para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos dirigidos a mejorar la estandarización de la enseñanza remota.
- La propuesta de una solución tecnológica proporcionará un marco estandarizado para la enseñanza remota.
- Las recomendaciones y solución desarrolladas estarán basadas en un análisis de datos y evidencias recolectadas de la población de ATI.
- La investigación incluirá una revisión de las herramientas y metodologías disponibles en el mercado que mejor se adecúan al contexto específico de ATI.
- Se redactará un temario de capacitación basado en los hallazgos de las entrevistas con los docentes, las metodologías y herramientas identificadas, así como la solución propuesta.
- Se elaborará un artículo científico que sintetice los resultados obtenidos durante la fase exploratoria sobre la percepción de la comunidad educativa respecto a las clases virtuales.

Beneficios indirectos:

- La solución propuesta pretende avanzar la innovación y modernización del proceso de enseñanza remota de la escuela.
- La solución propuesta busca brindar a la escuela mayor confianza y seguridad para extender la modalidad virtual a más cursos, aumentar la capacidad de cupos o incluso crear más grupos por curso.
- Los docentes de ATI obtendrán información acerca de la realidad de la enseñanza virtual en la carrera y las necesidades y deseos de otros docentes y de los estudiantes.

1.1.4. Definición de Calidad

La percepción de la calidad es un concepto subjetivo que varía según el contexto, por lo que no puede entenderse como un término universal. En este trabajo, resulta imprescindible delimitar lo que se entiende por "calidad" en el ámbito específico de las clases virtuales, para garantizar un enfoque claro y coherente. Con este propósito, se adopta como marco de referencia los criterios de autoevaluación para la acreditación definidos por el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES).

De los criterios propuestos por SINAES, se seleccionaron nueve que son directamente relevantes y se verán beneficiados por esta investigación, constituyendo así la definición operativa de calidad utilizada en el presente análisis. En consecuencia, cuando este documento hace referencia a “mejorar” o “aumentar” la calidad, se alude específicamente al impacto positivo sobre uno o varios de estos criterios seleccionados, en coherencia con el objetivo académico y profesional del estudio.

En la Tabla 1 a continuación, se enlistan los criterios de SINAES, así como el beneficio directo de la investigación que justifica su inclusión en la definición de calidad de la investigación:

Tabla 1
Definición de Calidad Según Criterios de SINAES

No. del Criterio	Criterio de SINAES	Impacto de la Investigación
2.1.12	La carrera, de acuerdo con su naturaleza, debe incorporar el uso de tecnologías de información para apoyar el proceso formativo.	Propone herramientas que faciliten una experiencia de aprendizaje más dinámica y homogénea, apoyando así el proceso formativo. Busca alinear la educación al modelo pedagógico, el cual a su vez busca fomentar la capacidad de aprendizaje de los estudiantes.
2.1.13	El plan de estudios y las estrategias didácticas deben estimular, en los estudiantes, su capacidad de aprender, y deben incluir componentes orientados a desarrollar, en ellos, pensamientos, principios y prácticas científicas rigurosas relevantes para su disciplina.	
3.2.2	Las estrategias de enseñanza y aprendizaje deben ser congruentes con la naturaleza de la carrera y la asignatura, los objetivos propuestos, las características de los estudiantes, la información, los materiales y los equipos didácticos disponibles; con el tamaño de los grupos y con las más adecuadas teorías de aprendizaje.	Se pretende recomendar una solución tecnológica que incorpore el modelo pedagógico de la institución aplicado a la realidad de los docentes y estudiantes de la escuela. De esta forma, las estrategias de enseñanza de ATI serán más congruentes con los objetivos de la institución.
2.6.3	El personal académico y el estudiantado de la carrera deben tener acceso a recursos de multimedia en buen estado, del tipo	Se busca mejorar la percepción de las clases virtuales mediante nuevas herramientas, impactando así la

	requerido y en la cantidad necesaria para el proceso formativo en el aula.	satisfacción general respecto a los recursos tecnológicos. Se recomienda una solución adecuada y del tipo requerido para la modalidad virtual.
3.3.4	Es necesario que exista un clima de trabajo que propicie el logro de los objetivos educativos de la carrera.	Busca mejorar el clima de trabajo entre estudiantes y profesores, cubrir las necesidades y dolores actuales respecto a las clases virtuales, y alinear la experiencia de aprendizaje virtual con los objetivos pedagógicos del TEC.
2.1.14	El plan de estudios debe considerar la flexibilidad curricular, la cual, sin distorsionar la secuencia, ha de satisfacer intereses específicos de los estudiantes y la posibilidad de enfatizar en diferentes áreas del conocimiento.	Contribuye a la cobertura de las necesidades de profesores y estudiantes respecto al proceso educativo. Fomenta el interés y motivación por parte de los estudiantes.
3.2.3	La carrera debe promover en los estudiantes los aprendizajes cognitivos, el desarrollo de destrezas y la formación de actitudes positivas, así como el interés por el aprendizaje continuo y la construcción de un pensamiento crítico, creativo y autónomo.	
3.2.7	Debe haber concordancia entre los métodos de enseñanza y aprendizaje y los métodos de evaluación de los aprendizajes.	Contribuye a métodos de evaluación virtual más adecuados para los contenidos

Fuente: Elaboración Propia (2024)

1.2. Objetivos del Trabajo Final de Graduación

A continuación, se definen tanto el objetivo general como los objetivos específicos de la investigación:

1.2.1. Objetivo General

Formular una propuesta de solución tecnológica de enseñanza remota para abordar los principales problemas de los docentes y estudiantes de la escuela de Administración de Tecnologías de Información del Tecnológico de Costa Rica durante el segundo semestre lectivo del año 2024.

1.2.2. Objetivos Específicos

Objetivo Específico 1

Analizar, mediante un estudio exploratorio, la percepción de los estudiantes y docentes de la Escuela de ATI sobre la enseñanza remota para determinar la existencia de un sentimiento

negativo hacia la educación virtual, e identificar sus dolores críticos, funcionalidades más utilizadas y mejoras deseadas.

Objetivo Específico 2

Determinar los criterios del DOP, el CEDA y la dirección de ATI para definir los requerimientos funcionales y no funcionales de una solución tecnológica de educación remota, que aborden tanto estos criterios como los dolores, funcionalidades y mejoras identificadas.

Objetivo Específico 3

Determinar las capacidades funcionales y características de las soluciones tecnológicas de enseñanza remota disponibles para escoger las que mejor se ajustan a los requerimientos identificados.

1.3. Alcance de la investigación

1. Análisis de la situación actual

Primeramente, se busca identificar los dolores de los estudiantes y docentes en cuanto a la educación remota, así como las mejoras que desean ver implementadas en el proceso. También se busca determinar las funcionalidades más utilizadas por los docentes para la impartición de las clases virtuales. En esta etapa se entrevistará a los docentes y se aplicará encuestas a la población estudiantil. Se busca comprender qué situaciones adversas han encontrado en el proceso de educación virtual. No solo se espera una perspectiva de plataformas o herramientas tecnológicas, sino también aspectos abstractos como los efectos psicológicos y emocionales de la virtualidad. Se pretende concluir si existe una percepción negativa de parte de la comunidad educativa de ATI acerca de la educación virtual.

2. Identificación de necesidades y requerimientos

En esta fase del proyecto, los datos previamente obtenidos se traducen en necesidades específicas. Se determinarán los requerimientos que la comunidad educativa de ATI necesita para mejorar la enseñanza remota. Además, se priorizarán estos requerimientos para asegurar que en la siguiente fase exista una forma de discriminar entre distintas herramientas y soluciones disponibles en el mercado. Otra población que será tomada en cuenta para la identificación de requerimientos es el Departamento de Orientación y Psicología (DOP) del TEC, así como el Centro de Desarrollo Académico (CEDA) y la dirección de la escuela de ATI. Ellos ofrecerán una visión de la estrategia tecnológica necesaria que considera tanto las experiencias de funcionarios de la institución, así como la metodología de enseñanza vigente y las limitaciones de la escuela.

3. Exploración de las herramientas disponibles en el mercado

Esta fase pretende asociar los requerimientos y necesidades a herramientas existentes y ofrecidas actualmente en el mercado y por la universidad. Se recopilará una lista de soluciones de educación remota, así como herramientas especializadas en un conjunto de funcionalidades específicas como lo son las herramientas de videoconferencia. Se verificará cada solución

encontrada contra los requerimientos para su grado de cobertura sobre las necesidades de los educadores y estudiantes de ATI.

4. Análisis de los resultados

Una vez identificadas las soluciones de software, se evaluará el cumplimiento de los requisitos definidos en la fase anterior, considerando también las capacidades de interoperabilidad y las características específicas de cada herramienta, para seleccionar las que conformarán la solución final. Esta etapa del proyecto requiere un análisis cualitativo que permita elegir y descartar opciones de manera fundamentada. Finalmente, se formulará la propuesta de solución, que incluirá un desglose de las herramientas seleccionadas, un análisis detallado de sus capacidades de interoperabilidad, una descripción del proceso de integración entre ellas y un programa de capacitación para la solución, enfocado también en atender las debilidades detectadas en la población docente.

1.3.1. Entregables

A continuación, se detallan los entregables del proyecto establecidos:

- Estado del arte que detalla los descubrimientos relacionados con los problemas percibidos por docentes y estudiantes de ATI sobre la educación virtual desde el inicio de la pandemia de COVID-19. También contará con información acerca de estudios e investigaciones realizadas sobre temas afines en poblaciones que incluyen al TEC.
- Redacción de los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para una herramienta tecnológica de educación remota específica para la escuela de ATI.
- Propuesta de solución tecnológica para la educación remota dirigida a la escuela de ATI, basada en el análisis de necesidades y requisitos de docentes y estudiantes. Se incluirá un temario de capacitación para los profesores de acuerdo con las debilidades encontradas y la solución tecnológica propuesta.
- Artículo científico que resuma de manera clara y precisa los aspectos relacionados con la información obtenida de las encuestas y entrevistas aplicadas, siguiendo el formato científico de IEEE.
- Documento Final de Graduación que integra todo el desarrollo del proyecto, incluyendo las fases realizadas, resultados obtenidos y conclusiones detalladas.

1.3.2. Supuestos

A continuación, se enlistan los supuestos del proyecto. Estos son aquellos eventos o situaciones que se asume se cumplirán o serán ciertos en la realización del proyecto:

- Los docentes y la directora de la escuela de ATI, así como funcionarios del DOP y el CEDA, tendrán disponibilidad y disposición para ser entrevistados durante el transcurso del proyecto.
- La estrategia tecnológica propuesta asume que los docentes tienen la capacidad técnica para aplicarla.

- La escuela de ATI colaborará en la aplicación de una encuesta a los estudiantes de la carrera.

1.3.3. Exclusiones

A continuación, se detallan las exclusiones del proyecto. Estos son aquellos entregables que podrían esperarse de la investigación, pero quedan excluidos del alcance:

- Desarrollo interno de una aplicación, plugin o plataforma tecnológica
 - Esto debido a que la investigación no llega a la fase de desarrollo. La intención y el alcance de la investigación es la formulación de la propuesta. El desarrollo es una actividad fuera del alcance.
- Implementación de la estrategia tecnológica propuesta
 - A pesar de que se espera alcanzar una propuesta de valor que permita alcanzar los objetivos planteados, la investigación no pretende realizar la implementación de dicha estrategia más allá de la formulación de la propuesta.
- Adquisición de software para la escuela de ATI
 - La propuesta puede requerir la adquisición de algún software. A pesar de ser parte de la propuesta, el proyecto no pretende realizar la adquisición ni utilizar fondos de la institución en esta manera.

1.3.4. Limitaciones

A continuación, se enlistan las limitaciones del proyecto. Estos son factores o elementos que en alguna medida restringen la realización de la investigación:

- La disponibilidad y disposición de los profesores determinará la cobertura de la población docente.
- La cantidad de estudiantes que participen de las encuestas determinará la representatividad del análisis a realizar.
- La calidad de las respuestas obtenidas de las encuestas y entrevistas impactará el análisis de la situación actual.
- Es posible que no se consiga acceso a la información o documentación necesaria para analizar las herramientas.
- La información en los repositorios de datos solo se consultará en inglés y español.

1.4. Área de Investigación de la Escuela de ATI

El área de investigación de la Escuela de Administración de Tecnologías de Información a la cual este trabajo contribuye es la de Investigación Educativa en Sistemas de Información. La presente investigación aporta conocimientos que enriquecen este campo, ofreciendo una perspectiva detallada sobre los desafíos y oportunidades en la educación virtual dentro del contexto de la educación superior en el Tecnológico de Costa Rica. Además, este estudio contribuye a la comprensión de cómo la tecnología puede estandarizar y mejorar la experiencia educativa virtual.

Capítulo 2 – Estado del Arte

2.1. Impacto de la crisis sanitaria en la educación superior y el uso de herramientas tecnológicas

La pandemia de COVID-19, que irrumpió a nivel global en 2020, marcó un antes y un después en la manera en que las instituciones educativas gestionan sus procesos de enseñanza y aprendizaje. En el contexto de la educación superior, la rápida adopción de herramientas tecnológicas permitió dar continuidad a los cursos y programas académicos, pero también puso en evidencia la falta de preparación de muchas universidades para enfrentar un entorno de enseñanza completamente digital. En este sentido, diversos estudios revelan tanto los desafíos como las limitaciones que enfrentaron las universidades y sus actores principales —docentes y estudiantes— durante esta transición forzada hacia la virtualidad.

2.1.1. Limitaciones de la educación virtual

El estudio de D’Antoni y Gómez [13] sobre la educación superior en Costa Rica subraya que, en referencia al uso de herramientas tecnológicas durante la crisis sanitaria, la tecnología se concibió como un medio de emergencia para continuar con los procesos educativos, pero no como una solución integral a los problemas estructurales del sistema educativo. Durante este período, muchas universidades adoptaron plataformas de videoconferencia y sistemas de gestión de aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) como Moodle o Blackboard, lo que permitió mantener las clases en un formato remoto sincrónico o asincrónico.

Sin embargo, los autores critican que la adopción de estas tecnologías no se acompañó de una revisión pedagógica profunda. Es decir, aunque las herramientas permitieron a los estudiantes y docentes mantener el contacto, no hubo un cambio significativo en las metodologías de enseñanza, que en muchos casos seguían siendo verticales y centradas en la transmisión de contenidos. Esta dependencia de herramientas tecnológicas, sin la transformación pedagógica necesaria, refleja un enfoque tecnicista de la educación, en el que la tecnología se utiliza como parche temporal en lugar de como un componente integral para mejorar la enseñanza.

D’Antoni y Gómez también destacan que la crisis sanitaria abrió una oportunidad para repensar el sistema educativo costarricense [13]. La pandemia no solo aceleró la adopción de tecnología, sino que también mostró las deficiencias del modelo tradicional, que a menudo excluía a estudiantes y docentes de un aprendizaje más participativo y colaborativo. La democratización de la enseñanza, es decir, la promoción de una mayor participación de los estudiantes en el proceso educativo es una de las demandas que surgieron a raíz de esta experiencia con la virtualidad [13].

2.1.2. Desafíos metodológicos y pedagógicos

Otro aspecto fundamental del impacto de la crisis sanitaria en la educación superior tiene que ver con los desafíos pedagógicos que surgieron al migrar a un entorno completamente digital. El cambio a la educación virtual exigió que los docentes adaptaran sus estrategias de enseñanza para que pudieran ser efectivas en un entorno remoto. No obstante, como lo mencionan D’Antoni

y Gómez, en muchos casos esta adaptación fue limitada, y los métodos tradicionales de enseñanza —centrados en la transmisión unidireccional de información— persistieron en el formato virtual [13]. Esto llevó a que muchos estudiantes experimentaran dificultades para mantenerse comprometidos y motivados en este nuevo contexto.

La investigación de Santamaría-Sandoval [39] sobre la enseñanza virtual en la maestría en Gerencia de Proyectos del TEC ofrece una perspectiva más positiva al mostrar cómo una adaptación adecuada de las metodologías pedagógicas puede producir resultados exitosos. En este caso, la implementación de un enfoque de aprendizaje activo, que fomenta la participación y el autoaprendizaje de los estudiantes, permitió mantener altos niveles de rendimiento académico. Este éxito sugiere que, aunque el entorno virtual presenta desafíos, estos pueden ser superados con un rediseño pedagógico adecuado.

No obstante, este no fue el caso en todas las instituciones. De acuerdo con el informe del CONARE [11], solo una minoría de las universidades costarricenses logró mantener una calidad educativa comparable a la presencial en sus cursos virtuales. Esto evidencia que la preparación previa de los docentes en el uso de tecnologías y en el diseño de actividades educativas efectivas para entornos digitales fue insuficiente en muchos casos, lo que afectó la calidad de la enseñanza y la experiencia de los estudiantes.

A pesar de los desafíos mencionados, la crisis sanitaria también representó una oportunidad para la innovación educativa. La adopción de plataformas digitales abrió nuevas posibilidades para explorar metodologías pedagógicas centradas en el estudiante, como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo en línea, y el uso de simulaciones o juegos educativos. Según Silva y Acuña [42], la pandemia obligó a las instituciones a ser más creativas y flexibles en la manera en que diseñaban y ofrecían sus cursos, lo que a largo plazo podría beneficiar la calidad de la educación.

La experiencia de virtualización masiva también ha permitido a muchas universidades repensar su oferta académica. En algunos casos, esto ha significado la creación de programas completamente en línea que antes no existían, lo que abre nuevas oportunidades para estudiantes que, por razones geográficas o laborales, no podían acceder a la educación superior. Además, el uso de herramientas como las grabaciones de clase y los foros asincrónicos ha dado a los estudiantes una mayor flexibilidad para gestionar su propio aprendizaje, lo que también ha sido bien recibido en muchos contextos.

2.2. Eficacia de la enseñanza virtual y evaluación de su calidad

La eficacia de la enseñanza virtual ha sido uno de los temas más discutidos y evaluados en el contexto de la educación superior durante y después de la pandemia de COVID-19. A pesar de que la virtualización permitió la continuidad de los programas educativos en momentos críticos, persisten debates sobre si la educación en línea puede igualar la calidad y los resultados de la educación presencial. En Costa Rica, estudios como los reportados por el Consejo Nacional de Rectores (CONARE) y varias investigaciones en universidades nacionales muestran una evaluación mixta de la calidad de la educación virtual [11]. Esta sección examina los factores que

influyen en la eficacia de la enseñanza remota y cómo estos afectan la percepción y resultados de estudiantes y docentes.

2.2.1. Percepciones sobre la calidad de la educación virtual

Un aspecto recurrente en la discusión sobre la educación virtual es la percepción de su calidad en comparación con la enseñanza presencial. Según el informe del CONARE [11], solo el 29% de las vicerrectorías de docencia en las universidades de Costa Rica consideran que la educación virtual es siempre de igual calidad que la presencial. Además, menos del 35% de las vicerrectorías afirmaron que los estudiantes salen igualmente preparados después de un proceso de enseñanza virtual que cuando lo hacen de un curso presencial. Estos datos reflejan una percepción de inferioridad en cuanto a la efectividad de la educación remota, que podría estar vinculada a varios factores.

Primero, la falta de familiaridad con las herramientas tecnológicas por parte de docentes y estudiantes ha afectado la experiencia educativa. Muchos docentes no estaban preparados para migrar a un entorno de enseñanza completamente digital, lo que afectó la forma en que estructuraban sus clases, evaluaban el progreso de los estudiantes y fomentaban la interacción en el aula virtual [11]. Por otro lado, los estudiantes, especialmente aquellos de zonas rurales o con dificultades económicas, enfrentaron problemas de acceso a la tecnología adecuada, lo que impactó negativamente su rendimiento académico y percepción de la calidad educativa.

Segundo, la falta de interacción presencial afectó la experiencia de aprendizaje. En un entorno presencial, los estudiantes pueden hacer preguntas en tiempo real, participar en discusiones cara a cara y recibir retroalimentación directa de los docentes. En cambio, en un entorno virtual, muchas de estas interacciones se vieron limitadas, lo que contribuyó a una sensación de aislamiento entre los estudiantes. Esta desconexión no solo afectó el rendimiento académico, sino que también contribuyó a un aumento del estrés y la ansiedad entre los estudiantes, como se analizó en el informe del CONARE [10].

2.2.2. Eficacia de la enseñanza virtual

A pesar de estas percepciones negativas, hay ejemplos documentados de programas educativos que han abordado con éxito los entornos virtuales cuando se implementaron con la metodología adecuada. Un caso destacado es el programa de maestría en Gerencia de Proyectos del Tecnológico de Costa Rica (TEC), en el que se implementaron estrategias de enseñanza activa en el curso de “Seminario de Metodología de Investigación” durante la pandemia [39]. En este caso, el uso de la virtualidad no solo permitió continuar con las clases, sino que resultó en una tasa de promoción del 99%, un 75% de propuestas de investigación aprobadas y una promoción del 70% en el programa de maestría.

El éxito de este programa radicó en la implementación de un enfoque de aprendizaje activo que fomentó la participación de los estudiantes a través de herramientas digitales, como la utilización de plataformas colaborativas, foros de discusión y videoconferencias sincrónicas. Este enfoque permitió que los estudiantes mantuvieran un nivel de compromiso y responsabilidad en

su aprendizaje, lo que se tradujo en un alto rendimiento académico a pesar de la modalidad virtual. La clave para el éxito en este caso fue la reformulación de las estrategias pedagógicas y la integración de herramientas tecnológicas que apoyaron el desarrollo del pensamiento crítico y la autonomía de los estudiantes.

Este ejemplo contrasta con la experiencia de otras instituciones donde la falta de adaptación pedagógica afectó negativamente la calidad de la enseñanza. En universidades donde no se ajustaron adecuadamente los métodos de enseñanza, la virtualidad se limitó a una simple transferencia del contenido presencial a un formato en línea, lo que redujo la eficacia de la enseñanza. Esto es consistente con el análisis de D'Antoni y Gómez [13], quienes afirman que el éxito de la educación virtual depende en gran medida de la capacidad de los docentes para rediseñar sus métodos y no simplemente utilizar la tecnología como un sustituto del aula física.

2.2.3. Evaluación de la calidad de la enseñanza virtual

La evaluación de la calidad en la enseñanza virtual ha sido un desafío para las instituciones educativas, debido a la naturaleza diversa de los cursos y programas. El informe del CONARE revela que, en muchas universidades costarricenses, no existen criterios estandarizados para evaluar la calidad de la educación virtual en comparación con la presencial [11]. Este vacío ha llevado a evaluaciones inconsistentes, que en algunos casos subestiman el valor de los entornos de aprendizaje en línea.

Uno de los principales puntos de discusión ha sido la evaluación del rendimiento de los estudiantes en entornos virtuales. En muchos casos, las evaluaciones tradicionales, como los exámenes presenciales, no son aplicables en un entorno remoto, lo que ha generado preocupaciones sobre la integridad de los resultados de las evaluaciones en línea. El CONARE menciona que la confianza en las evaluaciones virtuales ha sido cuestionada debido a problemas como el uso de exámenes abiertos y la posibilidad de hacer trampa, lo que ha reducido la percepción de su fiabilidad y, en consecuencia, la percepción de la calidad de la educación virtual [11].

A pesar de estos desafíos, algunos estudios sugieren que la retroalimentación continua es clave para garantizar la eficacia de la enseñanza en línea. Según el estudio de Carranza-Marchena y Tapia-Loría, en el caso de la enseñanza de inglés como lengua extranjera en la Universidad Nacional de Costa Rica, la retroalimentación constante a los estudiantes fue un factor crucial para mejorar sus habilidades prácticas en un entorno virtual [9]. La implementación de actividades sincrónicas, acompañadas de una retroalimentación detallada y oportuna, permitió que los estudiantes desarrollaran sus competencias de manera efectiva, a pesar de las limitaciones de la educación a distancia.

2.3. Impacto en la salud mental de los estudiantes

Uno de los efectos más profundos y menos anticipados de la migración a la educación virtual durante la pandemia de COVID-19 ha sido el impacto en la salud mental de los estudiantes. Diversos estudios han documentado un aumento en los niveles de estrés, ansiedad y depresión

entre los estudiantes universitarios, no solo debido a la incertidumbre asociada con la pandemia, sino también como resultado directo de las condiciones que impone el aprendizaje remoto [10][11][17][26]. En Costa Rica, al igual que en muchas otras partes del mundo, este impacto ha sido evidente, y la educación superior ha tenido que enfrentar este desafío, en gran parte sin los recursos o estrategias necesarios para mitigarlo adecuadamente [11].

2.3.1. Estrés, ansiedad y depresión en el contexto de la educación virtual

El estudio realizado por Gijón et al. sobre los niveles de estrés, ansiedad y depresión en estudiantes universitarios de Costa Rica y España durante los periodos de confinamiento y aprendizaje virtual revela un incremento preocupante en los problemas de salud mental en comparación con los niveles previos a la pandemia [17]. El confinamiento, junto con la incertidumbre sobre el futuro académico y el rendimiento en los cursos virtuales, contribuyó a estos problemas. Los estudiantes se vieron obligados a adaptarse rápidamente a un entorno de aprendizaje completamente nuevo, en el que la falta de interacción física, las dificultades técnicas, y la presión por mantener un alto rendimiento académico generaron altos niveles de ansiedad.

Los hallazgos del estudio reflejan que la salud mental de los estudiantes no solo fue afectada por factores externos relacionados con la pandemia, como el aislamiento social o la preocupación por la salud de sus familiares, sino también por la naturaleza misma del aprendizaje virtual [17]. La incapacidad para mantener el mismo tipo de contacto y apoyo que se tiene en las aulas presenciales —tanto con los profesores como con los compañeros— aumentó la sensación de soledad y desconexión, lo que exacerbó los síntomas de estrés y ansiedad.

Esta tendencia también se ve reflejada en el informe del Consejo Nacional de Rectores, que destaca que las emociones más prevalentes entre los estudiantes universitarios de Costa Rica durante la pandemia fueron negativas [10]. Las emociones de ansiedad por la incertidumbre sobre el desarrollo del ciclo académico y la preocupación por el rendimiento en los cursos fueron las más compartidas entre los estudiantes. Estos hallazgos muestran que, para muchos estudiantes, el aprendizaje remoto no solo implicó desafíos académicos, sino también una carga emocional.

2.3.2. Causas del deterioro de la salud mental en la educación virtual

El impacto en la salud mental de los estudiantes se puede atribuir a varios factores específicos de la educación virtual, algunos de los cuales fueron identificados en los estudios revisados.

1. **Sobrecarga académica:** La percepción de que el trabajo en línea era más exigente que el presencial fue un factor determinante en el aumento del estrés entre los estudiantes. La transición rápida a la virtualidad significó que muchos docentes replicaron sus métodos tradicionales sin considerar las diferencias inherentes al entorno en línea. Esto llevó a que los estudiantes enfrentaran una sobrecarga de tareas y actividades que, en algunos casos, eran más demandantes que en la educación presencial. La necesidad de estar conectados durante largos periodos para participar en clases sincrónicas, junto con las demandas de tareas asincrónicas, incrementó la fatiga mental y el agotamiento. [10][11][17]

2. **Falta de interacción social y apoyo emocional:** La educación presencial proporciona no solo un espacio académico, sino también un espacio social y emocional en el que los estudiantes pueden compartir sus experiencias, colaborar en tareas y apoyarse mutuamente. En cambio, la educación virtual limita estas interacciones a un entorno digital, que suele ser menos eficaz para mantener los lazos sociales y brindar apoyo emocional. La falta de interacción cara a cara con profesores y compañeros de clase contribuyó a una sensación de aislamiento, que es un factor de riesgo bien documentado para el desarrollo de trastornos de salud mental como la ansiedad y la depresión. [17]
3. **Incertidumbre sobre el rendimiento académico:** El cambio a la educación virtual generó incertidumbre sobre cómo serían evaluados los estudiantes y qué tan bien podrían adaptarse a esta nueva modalidad. Como se menciona en el informe del CONARE [10], muchos estudiantes manifestaron sentirse preocupados por su rendimiento en los cursos, ya que no sabían si sus esfuerzos en el entorno virtual se reflejarían adecuadamente en las calificaciones. La falta de claridad sobre los criterios de evaluación y el temor a no cumplir con las expectativas académicas exacerbó los niveles de ansiedad en muchos estudiantes. [17]
4. **Problemas técnicos y falta de acceso adecuado a la tecnología:** Para algunos estudiantes, la experiencia del aprendizaje virtual estuvo marcada por problemas técnicos recurrentes, como conexiones a internet inestables, fallas en las plataformas de videoconferencia, o la falta de dispositivos adecuados. Estos problemas no solo interrumpieron el proceso de aprendizaje, sino que también generaron frustración y estrés adicional. Además, los estudiantes de entornos socioeconómicos desfavorecidos fueron los más afectados por la falta de acceso a una tecnología adecuada, lo que agravó la desigualdad y aumentó la sensación de impotencia y desmotivación. [10][11][17]

2.3.3. Consecuencias psicológicas a largo plazo

Los efectos negativos en la salud mental de los estudiantes no son limitados a corto plazo. La investigación de Gijón et al. sugiere que los niveles elevados de estrés, ansiedad y depresión experimentados durante la pandemia pueden tener consecuencias a largo plazo si no se abordan adecuadamente [17]. El estrés crónico asociado con la sobrecarga académica y el aislamiento social puede llevar a problemas más serios como el agotamiento mental, el bajo rendimiento académico, y en casos más graves, el abandono de los estudios. [17]

Uno de los riesgos de no abordar adecuadamente el impacto de la educación virtual en la salud mental es que los estudiantes pueden desarrollar una percepción negativa del aprendizaje en línea, lo que podría afectar su motivación y disposición para participar en programas de educación a distancia en el futuro [17]. Esta percepción podría limitar las oportunidades de aprendizaje en línea y reducir el potencial de las modalidades híbridas o completamente virtuales, que muchas instituciones han comenzado a implementar de manera permanente.

2.4. Retos y oportunidades en la enseñanza de idiomas a través de la virtualidad

A pesar de los numerosos desafíos a los que se enfrentaron los estudiantes y docentes en la transición a la educación virtual, también surgieron oportunidades para innovar y mejorar ciertos aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta sección explora tanto los retos más significativos como las oportunidades que ofrece la enseñanza en entornos virtuales.

2.4.1. Desafíos de la enseñanza en entornos virtuales

Uno de los principales desafíos en la enseñanza a través de la virtualidad es la falta de interacción espontánea. En las aulas físicas, los estudiantes pueden interactuar de manera informal y practicar la lengua en contextos comunicativos reales, algo que es difícil de replicar en un entorno virtual. Los estudios de Navarro Céspedes y Carranza-Marchena y Tapia-Loría sobre la enseñanza de idiomas en Costa Rica durante la pandemia señalan que la enseñanza remota limitó la cantidad y calidad de la práctica oral, un componente crucial para el aprendizaje de un nuevo idioma [9][31].

Un segundo reto es la dificultad para monitorear el progreso individual de los estudiantes. En las clases presenciales, los profesores pueden observar de cerca cómo los estudiantes se desenvuelven durante las actividades y corregir errores en tiempo real. En la virtualidad, esta observación directa es más complicada, especialmente cuando se trabaja con grandes grupos de estudiantes. Las plataformas en línea permiten la comunicación, pero a menudo no brindan las mismas oportunidades para que los profesores detecten dificultades individuales de los estudiantes o brinden retroalimentación personalizada de manera efectiva. Carranza-Marchena y Tapia-Loría mencionan que la falta de retroalimentación inmediata y detallada sobre las actividades en los entornos virtuales puede dificultar el desarrollo fluido de las habilidades de los estudiantes. [9]

Otro desafío es la falta de recursos tecnológicos adecuados tanto para estudiantes como para profesores. El acceso desigual a dispositivos como computadoras, tabletas, y una conexión a internet estable puede limitar la participación activa de los estudiantes en las clases virtuales. En Costa Rica, según el informe del CONARE, muchos estudiantes en áreas rurales o con menos recursos enfrentaron problemas técnicos recurrentes, lo que afectó su capacidad para participar en actividades que requerían conectividad constante, como las prácticas orales en tiempo real [11]. En estos casos, las sesiones sincrónicas se interrumpen, y los estudiantes pierden valiosas oportunidades para practicar el idioma de manera continua.

2.4.2. Estrategias y oportunidades pedagógicas en la enseñanza virtual de idiomas

A pesar de los desafíos, la virtualidad también ha abierto nuevas oportunidades pedagógicas que pueden ser beneficiosas para la enseñanza de idiomas. Una de las oportunidades más destacadas es la posibilidad de implementar enfoques comunicativos y de enseñanza centrados en las habilidades del siglo XXI. Según Navarro Céspedes [31], el uso de herramientas digitales como las plataformas de videoconferencia, foros de discusión en línea y aplicaciones móviles para el aprendizaje de idiomas ha permitido a los docentes fomentar un aprendizaje más autónomo y personalizado. Los estudiantes, por ejemplo, pueden trabajar en proyectos colaborativos en línea que simulan situaciones de la vida real, lo que les permite practicar el idioma en contextos auténticos y de manera más flexible.

Además, la virtualidad facilita el acceso a recursos multimedia que enriquecen el aprendizaje autónomo. Plataformas como YouTube, podcasts, y demás aplicaciones permiten a los estudiantes acceder a materiales auténticos, como videos, entrevistas y clases en su idioma, en cualquier momento. Estos recursos proporcionan una exposición adicional fuera del horario de clases y pueden complementar el aprendizaje formal. En este sentido, Carranza-Marchena y Tapia-Loría destacan que la inclusión de recursos multimedia en el proceso de enseñanza virtual puede ser altamente motivadora para los estudiantes, ya que les brinda la oportunidad de aprender en contextos interactivos y variados. [9]

Otra oportunidad es el uso de evaluaciones formativas continuas. En lugar de depender únicamente de exámenes escritos u orales, que pueden ser más difíciles de administrar en un entorno en línea, los docentes pueden utilizar herramientas digitales para llevar a cabo evaluaciones continuas basadas en proyectos, autoevaluaciones y participación en foros o discusiones en línea. Esto no solo permite una evaluación más dinámica del progreso de los estudiantes, sino que también les da la oportunidad de recibir retroalimentación constante, lo cual es crucial para su desarrollo. Por ejemplo, Carranza-Marchena y Tapia-Loría informan que las actividades de producción oral en clases de inglés fueron más efectivas cuando se combinaban con retroalimentación frecuente y detallada, a menudo facilitada por el uso de grabaciones de las sesiones orales para revisarlas posteriormente [9].

2.4.3. Retos relacionados con la motivación y el compromiso del estudiante

El aprendizaje, especialmente en un entorno virtual, requiere un alto grado de motivación y compromiso por parte de los estudiantes. Sin embargo, uno de los problemas más frecuentes en la enseñanza virtual es la pérdida de motivación. Al no tener la misma interacción directa y el mismo ambiente inmersivo que en una clase presencial, los estudiantes pueden sentirse menos comprometidos con su proceso de aprendizaje. Navarro Céspedes señala que la motivación extrínseca —como la presión de las evaluaciones y el seguimiento cercano del docente— puede ser menos efectiva en entornos virtuales, donde los estudiantes tienen más autonomía y, por lo tanto, necesitan una mayor motivación intrínseca para seguir participando activamente en las clases. [31]

Para abordar este desafío, muchos docentes han recurrido al uso de tecnologías de gamificación [31]. Aplicaciones y plataformas de aprendizaje como Quizlet utilizan elementos de juego, como puntos, recompensas y clasificaciones, para mantener el interés y la motivación de los estudiantes. Este enfoque no solo hace que el aprendizaje sea más interactivo y entretenido, sino que también promueve una participación continua, ya que los estudiantes pueden ver su progreso y recibir recompensas por completar actividades.

2.5. Percepción de los estudiantes sobre la educación remota

La percepción de los estudiantes sobre la educación remota ha sido un tema central en la evaluación de la eficacia y aceptación de este modelo de enseñanza, especialmente a raíz de la pandemia de COVID-19. Los estudiantes son actores clave en el proceso educativo, y su percepción influye directamente en su motivación, rendimiento académico y disposición para participar activamente en entornos virtuales. Diversos estudios han investigado cómo los estudiantes universitarios perciben la calidad, la accesibilidad y la efectividad de la educación remota, arrojando resultados variados según el contexto, los recursos tecnológicos disponibles y la adaptación pedagógica implementada por las instituciones educativas.

2.5.1. Desigualdad en el acceso a la tecnología y su impacto en la percepción de los estudiantes

Uno de los principales factores que afecta la percepción de los estudiantes sobre la educación remota es el acceso desigual a los recursos tecnológicos. Como se documenta en el informe del CONARE [11] y en el estudio de Lima et al. [23], la falta de acceso a dispositivos adecuados y a una conexión estable a internet tuvo un impacto negativo en la experiencia de muchos estudiantes, especialmente aquellos en zonas rurales o de bajos ingresos. Estas barreras tecnológicas limitaron su capacidad para participar plenamente en las actividades académicas y afectaron su percepción de la calidad de la enseñanza en línea.

En muchos casos, los estudiantes que no contaban con los recursos necesarios para participar en clases sincrónicas en plataformas de videoconferencia, o que experimentaban interrupciones constantes debido a la inestabilidad de su conexión a internet, se sintieron frustrados y desmotivados. Esta situación generó una sensación de desigualdad, ya que algunos estudiantes lograban aprovechar las clases y el contenido, mientras que otros se quedaban rezagados. Lima et al. subrayan que esta falta de acceso adecuado a la tecnología no solo afectó el rendimiento académico, sino también la percepción general de la educación remota como un modelo menos equitativo en comparación con la educación presencial. [23]

El impacto de estas desigualdades tecnológicas en la percepción de los estudiantes se refleja también en los comentarios recogidos en el estudio de Lima et al., en el cual muchos estudiantes expresaron una percepción negativa de la educación remota precisamente por sentirse desfavorecidos debido a la falta de recursos. Estos resultados coinciden con el estudio del CONARE, que resalta cómo las brechas digitales han exacerbado las desigualdades educativas en el contexto de la virtualidad. [11]

2.5.2. Calidad percibida, efectividad pedagógica y aspectos positivos de la educación remota

La percepción de la calidad y la efectividad pedagógica en la educación remota es otro factor fundamental que influye en la experiencia estudiantil. Según el informe del CONARE, menos del 30% de las vicerrectorías en las universidades costarricenses considera que la educación virtual es siempre de igual calidad que la educación presencial [11]. Esta percepción se refleja en gran medida en los estudiantes, quienes a menudo sienten que la educación remota no ofrece las

mismas oportunidades para el aprendizaje activo y la interacción directa con sus profesores y compañeros. [11]

El estudio de Lima et al. resalta que muchos estudiantes perciben que la educación remota es menos efectiva porque las actividades y evaluaciones no siempre están diseñadas para aprovechar el potencial de las plataformas digitales [23]. En muchos casos, los docentes simplemente trasladaron sus clases presenciales a un entorno virtual sin adaptar las metodologías pedagógicas, lo que resultó en una falta de dinamismo y una menor participación activa por parte de los estudiantes. Esta percepción de que la enseñanza en línea es un “espejo” poco eficaz de la presencialidad se mencionó con frecuencia en las respuestas de los estudiantes, quienes notaron la falta de interacción y de retroalimentación en tiempo real. [23]

Además, el aislamiento y la falta de interacción social en las clases virtuales afectaron negativamente la percepción de muchos estudiantes. Navarro Céspedes señala que, en el contexto de la enseñanza de idiomas, la participación activa y la interacción son esenciales para el aprendizaje efectivo [31]. Sin embargo, en las clases virtuales, muchos estudiantes sintieron que la interacción era superficial o limitada, lo que los llevó a percibir que no estaban adquiriendo el mismo nivel de competencias que en un entorno presencial.

A pesar de los desafíos mencionados, existen aspectos positivos en la percepción de los estudiantes sobre la educación remota, especialmente en términos de flexibilidad y conveniencia. El aprendizaje en línea ofrece a los estudiantes la posibilidad de gestionar su tiempo de manera más autónoma, lo que puede ser beneficioso para aquellos que tienen otras responsabilidades, como trabajos o compromisos familiares. Según Lima et al., muchos estudiantes valoraron la flexibilidad que les permitía seguir las clases grabadas o participar en actividades asincrónicas a su propio ritmo. [23]

Esta flexibilidad fue especialmente útil para estudiantes que se enfrentan a dificultades logísticas o de transporte en su vida cotidiana. La posibilidad de acceder a clases desde cualquier lugar eliminó la necesidad de largos desplazamientos a las universidades, lo que algunos estudiantes consideraron una ventaja. [23]

La enseñanza remota también ofreció la posibilidad de acceder a una mayor variedad de recursos educativos. Las plataformas digitales permiten integrar fácilmente materiales multimedia, como videos, podcasts, simulaciones y ejercicios interactivos, que pueden enriquecer la experiencia de aprendizaje. Navarro Céspedes subraya que, en el contexto de la enseñanza teórica, esta variedad de recursos puede motivar a los estudiantes y proporcionarles oportunidades adicionales para practicar fuera de las clases sincrónicas. [31]

Capítulo 3 – Marco Metodológico

3.1. Tipo y enfoque de Investigación

En su libro *Metodología de la Investigación*, Baena expone dos tipos de investigaciones principales:

- Pura o teórica:
 - “Las ciencias puras son las que se proponen conocer las leyes generales de los fenómenos estudiados, elaborando teorías de amplio alcance para comprenderlos, y que se desentienden —al menos en forma inmediata— de las posibles aplicaciones prácticas que se pueda dar a los resultados.” [3]
- Aplicada o práctica:
 - “La investigación aplicada, también llamada utilitaria, se plantea problemas concretos que requieren soluciones inmediatas e iguales de específicas.” [3]
 - “La investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción.” [3]

Baena también explica que “La investigación aplicada, por su parte, concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantean la sociedad y los hombres.” [3].

Además, José Lozada afirma que “La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.” [25]

Por lo tanto, es posible determinar que el proyecto propuesto en el presente documento cumple con la definición de una investigación aplicada. Esto debido a que la investigación aplicada se distingue por su orientación práctica y su objetivo de generar resultados que puedan ser implementados en un contexto real. Este proyecto no solo se enfoca en la recopilación de datos y el análisis teórico, sino que también implica la formulación de una propuesta concreta de una plataforma tecnológica.

Además, Hernández Sampieri et al definen tres grandes enfoques de investigación: la cualitativa, la cuantitativa, y la mixta [20]. De estos tres enfoques dicen:

- Cuantitativa:
 - “Representa un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones. Cada fase precede a la siguiente y no podemos eludir pasos, el orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna etapa.” (p. 5-6)
 - “La ruta cuantitativa es apropiada cuando queremos estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis.” (p. 6)

- **Cualitativa:**
 - “Se estudian fenómenos de manera sistemática. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego “voltar” al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisado los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando que ocurre.” (p. 7)
 - “El investigador plantea un problema, pero no sigue un proceso preestablecido con claridad. Sus planteamientos iniciales no son tan delimitados como en el enfoque cuantitativo y las preguntas de investigación no siempre se han conceptualizado ni definido por completo.” (p. 9)
- **Mixto:**
 - “Los métodos mixtos o híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio” (p. 10)
 - “En la ruta mixta se utiliza evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases para entender problemas en las ciencias” (p. 10)

Por lo tanto, se determina que el mejor enfoque para la investigación es el mixto. Este enfoque permite un análisis integral de los aspectos cualitativos y cuantitativos necesarios para la correcta evaluación de la problemática identificada. Además, el enfoque mixto permite una evaluación más equilibrada de los problemas y necesidades en la educación remota, combinando la profundidad del análisis cualitativo con la precisión y la generalización del análisis cuantitativo.

3.2. Diseño de la Investigación

Hernández Sampieri et al. enumeran ocho diseños posibles para una investigación mixta. Del diseño de triangulación concurrente (DITRIAC), los autores explican que “se utiliza cuando como investigador pretendes confirmar o corroborar resultados y efectuar validación cruzada entre datos cuantitativos y cualitativos, así como aprovechar las ventajas de cada método y minimizar sus debilidades. Puede ocurrir que no se presente la confirmación o corroboración.” [20]. Además, indican que “Una ventaja es que puede otorgar validez cruzada o de criterio y pruebas a estos últimos, además de que normalmente requiere menor tiempo para ponerse en marcha.” La Figura 1 muestra el diagrama del diseño de investigación escogido.

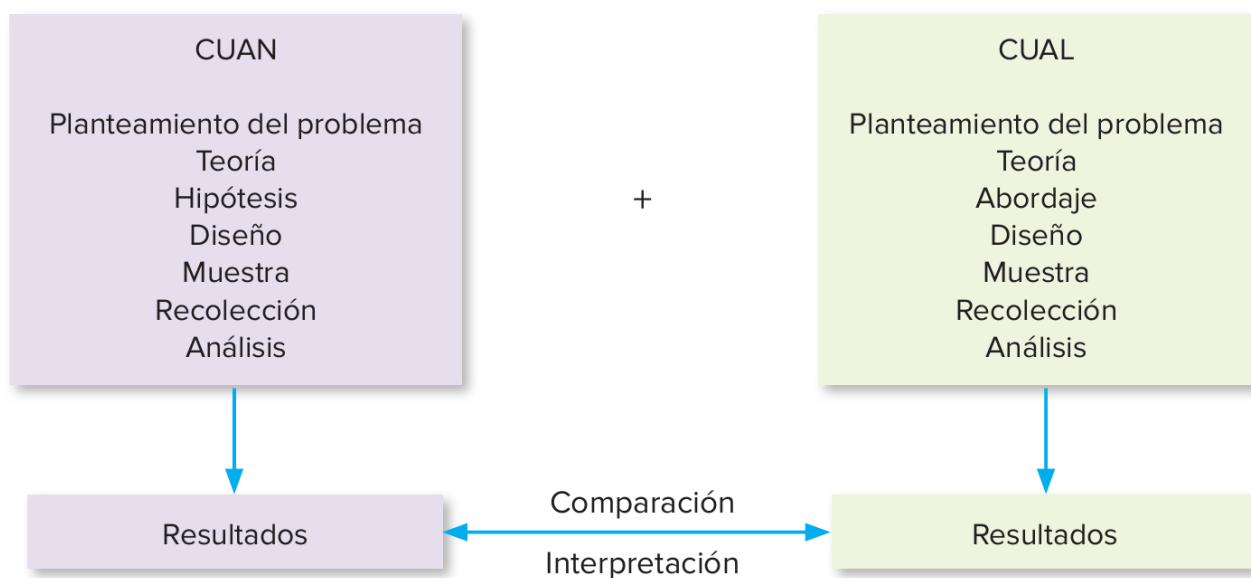


Figura 1 Diseño de Triangulación Concurrente
Fuente: Hernández Sampieri et al. (2014)

Los demás diseños requieren de una secuencia de análisis o les aplican una importancia distinta a los datos cualitativos o a los cuantitativos. Se escoge el diseño DITRIAC debido a que la investigación del proyecto presente buscar un análisis de valores cualitativos y cuantitativos que convergen al final. La recolección y análisis de la fase cuantitativa es independiente de la recolección y análisis de información cualitativa. La comparación de los datos se realiza una vez obtenidos los resultados de ambas fases.

3.3. Población y muestra del estudio

3.3.1. Población

- Profesores:
 - La población objetivo del estudio incluye a profesores actualmente activos de forma permanente en la escuela de Administración de Tecnologías de Información (19 profesores que era posible estudiar para este trabajo).
- Estudiantes:
 - La población objetivo del estudio incluye también a estudiantes actualmente activos en la carrera de Administración de Tecnologías de Información (419 estudiantes)
- Departamento de Orientación y Psicología (DOP) y Centro de Desarrollo Académico (CEDA)
 - La población objetivo incluyó a una persona del DOP y otra persona del CEDA de la institución.

- Dirección de ATI
 - La población objetivo incluyó a la persona directora de la escuela de ATI.

3.3.2. Muestra del Estudio

- Tamaño de la muestra:
 - Profesores
 - Nueve profesores activos de la carrera.
 - Estudiantes
 - Ciento tres estudiantes activos de la carrera.
 - Departamento de Orientación y Psicología (DOP) y Centro de Desarrollo Académico (CEDA)
 - Una persona del DOP y una persona del CEDA.
 - Dirección de ATI
 - La única persona directora de ATI.

3.3.3. Estrategia de muestreo

- Profesores
 - Se escogió un muestreo por conveniencia debido a que no todos los profesores de la carrera de ATI tenían fácil disponibilidad o acceso a las entrevistas. Se escogió dado que era impráctico realizar un muestreo probabilístico y no se logró acceso a toda la población de profesores.
- Estudiantes
 - Se utilizó un muestreo sistemático con la intención de capturar una representación equilibrada de diferentes experiencias. Los estudiantes encuestados están en semestres pares, lo cual es esperado en el contexto de un semestre par del año académico. Sin embargo, debido a limitaciones en cuanto a la cantidad de estudiantes representados por semestre par, no se realizará una estratificación equitativa por semestre par.
- Departamento de Orientación y Psicología (DOP) y Centro de Desarrollo Académico (CEDA)
 - Debido a restricciones en el acceso a otros miembros del departamento, se utilizó un muestreo intencional por conveniencia, donde la persona entrevistada fue seleccionada por el departamento basándose en su disponibilidad y, presumiblemente, en su conocimiento del tema en cuestión. Este enfoque, aunque no ideal para generalizar los resultados, proporciona una perspectiva informada y específica del departamento.
- Dirección de ATI
 - Debido a que la dirección de la escuela de ATI es asumida por una única persona, se utilizó un muestreo intencional por conveniencia, donde la persona entrevistada ya se conocía de antemano.

3.4. Fuentes de información

Esta investigación requiere la consulta de varias fuentes de información distintas. Estas fuentes permitirán identificar los dolores de los sujetos de información, las herramientas tecnológicas ofrecidas en el mercado, la adecuación de estas herramientas a las metodologías pedagógicas del TEC, entre otros. A continuación, se definen las fuentes de información primarias y secundarias.

Fuentes primarias

De acuerdo con Mariela Torres et al, las fuentes de información primarias “son aquellas en las que los datos provienen directamente de la población o muestra de la población” [50]. También explican que “Las Fuentes Primarias para su recopilación se obtienen por medio de una investigación directa al objeto de estudio, a través de métodos establecidos”. Acorde con esta definición, se determinan las siguientes fuentes primarias para la investigación en la Tabla 2:

Tabla 2

Fuentes primarias de información

Fuente de Información	Importancia para el proyecto
Entrevistas con los docentes de ATI	Proporcionan una visión directa de los desafíos y necesidades específicas de los docentes en relación con la enseñanza remota. Ayudan a identificar problemas prácticos y funcionales desde la perspectiva del personal que implementa y ejecuta las metodologías de enseñanza.
Entrevista con funcionario del DOP	Ofrece información sobre los efectos psicológicos y emocionales de la educación remota tanto en docentes como en estudiantes. Además, aporta una perspectiva institucional sobre estrategias de apoyo y bienestar que pueden complementar las soluciones tecnológicas.
Entrevista con funcionario del CEDA	Ofrece información sobre el modelo pedagógico del TEC y su implementación en las distintas carreras. Además, aporta una perspectiva objetiva sobre las normas y regulaciones del TEC, así como la metodología de clases que las herramientas tecnológicas deben habilitar para los profesores y estudiantes.
Entrevista con dirección de ATI	Ofrece información sobre las limitaciones, restricciones y obligaciones de la escuela respecto a la adquisición de licencias, presupuesto para inversión en software, y demás información relevante para la propuesta a realizar.

Encuestas realizadas a los estudiantes de ATI	Permiten recoger datos de una amplia base de estudiantes, obteniendo información cuantitativa y cualitativa sobre sus experiencias, necesidades y expectativas en la educación remota. Esto ayuda a entender mejor los desafíos desde la perspectiva del usuario final.
Documentación de las herramientas por analizar	Proporciona detalles técnicos y funcionales de las herramientas de software disponibles en el mercado. Permite realizar una evaluación precisa de sus capacidades y limitaciones en comparación con los requerimientos identificados antes de probarlas manualmente.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Fuentes secundarias

Torres et al. definen las fuentes de información secundarias de esta forma: “las fuentes secundarias son aquellas que parten de datos pre-elaborados, como pueden ser datos obtenidos de anuarios estadísticos, de Internet, de medios de comunicación” 156[50]. También indican que las fuentes de información secundarias:

- Pueden tener una pertinencia cuestionable dependiendo de si su contenido se adapta a los objetivos.
- Pueden haber perdido actualidad dependiendo del tiempo que haya pasado desde su publicación.
- Pueden tener veracidad cuestionable dependiendo de su fuente de origen.
- Pueden no ser dignas de confianza dependiendo de si se obtuvo con una metodología adecuada, honestidad, objetividad, naturaleza continuada y exactitud.

Acorde con esta información, en la Tabla 3 se identifican las fuentes de información secundarias para la investigación:

Tabla 3

Fuentes secundarias de Investigación

Fuente de Información	Importancia para el proyecto
Wieggers, K., & Beatty, J. 2013. Software Requirements (3rd ed.). Microsoft Press.	Proporciona fundamentos teóricos y metodológicos sobre cómo identificar, documentar y gestionar los requerimientos de un proyecto tecnológico.
Mahadevan, R., & Prabakar, S. 2023. Impact of E-Learning Among Students Pursuing Higher Education Due to	Artículo científico que ofrece una visión acerca del impacto de la educación virtual en estudiantes de educación superior. Este trabajo resume resultados que son relevantes para esta investigación ya que su objeto de estudio, índole y preocupación son afines.

COVID-19: An Exploratory Study	
TEC. 2018. Fundamentación contextual y teórico-epistémica del modelo pedagógico del Instituto Tecnológico de Costa Rica.	Aportan lineamientos y estándares adaptados al contexto del TEC. Permite asegurar que las soluciones propuestas sean efectivas y alineadas con las prácticas educativas que el TEC quiere poner en práctica y fomentar. Se enfocará en las prácticas enfatizadas por el DOP durante la entrevista.
Wieggers, K., & Beatty, J. 2013. Software Requirements (3ra ed.). Microsoft Press.	Ofrece un marco de referencia para la realización del proceso de ingeniería de requerimientos necesario para la identificación y redacción de los requerimientos de la solución tecnológica que se propondrá.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

3.5. Sujetos de información

De acuerdo con César Bernal, los sujetos de investigación son un “grupo o comunidad donde se pretende llevar a cabo el estudio” [4]. Según el autor, los sujetos de investigación son aquellos que se escogen para “investigar su realidad, para dar solución a algún(os) problema(s) o satisfacer alguna(s) necesidad(es), y a favor de una mejora continua” [4]. Acorde con esta información, los sujetos de investigación se definen en la Tabla 4:

Tabla 4
Sujetos de Investigación

Rol del sujeto	Años de experiencia en el rol	Caracterización del sujeto (diferentes responsabilidades y funciones del rol)	Justificación de la importancia de este sujeto para su investigación.
Docentes de ATI	Variado	Educadores que fungen actualmente en la escuela de ATI. Han impartido cursos de manera remota en el TEC.	Sus necesidades y dolores relacionados a la educación virtual son la base fundamental de la investigación.
Estudiantes de ATI	Variado	Estudiantes activos de la carrera de ATI. Han experimentado de primera mano la educación virtual en el TEC.	Las experiencias y dolores de los estudiantes de ATI relacionados con la educación virtual son fundamentales para la investigación. Ellos han recibido y participado personalmente en las clases virtuales.

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

Directora del DOP	Dos años y siete meses	Profesional que apoyan la educación en el TEC mediante la aplicación de programas e iniciativas para promover una educación accesible, saludable y holística en la institución.	El DOP tiene un carácter académico e injerencia en los procesos educativos de la institución. Actuó sobre el quehacer institucional, acceso de los estudiantes a la universidad, la permanencia, el egreso, y demás funciones desde sus inicios en 1973. [46] Tiene incidencia en la formulación y la toma de decisiones institucional. De acuerdo con Adriana Mata, funcionaria del DOP, “La visión del DOP permea la construcción del modelo académico de la universidad con una visión integral del profesional”. [46] Por lo tanto, la orientación y opinión del DOP en cuanto a los pasos a tomar para alcanzar una solución tecnológica para mejorar las clases virtuales resulta de gran valor para la investigación.
Asesora Académica del CEDA	Diecisiete años	Profesionales de la educación que guían la enseñanza en el TEC mediante la aplicación de programas y metodologías para mejorar la educación y su rendimiento.	El Centro de Desarrollo Académico se ha esforzado por mantener un modelo pedagógico en la institución que permita el mejor aprendizaje para las generaciones que actualmente estudian en el Tecnológico de Costa Rica. Resulta de suma importancia conocer sus criterios al respecto de las herramientas y funciones que deben estar a disposición de profesores y estudiantes con tal de alinear la propuesta al modelo y la ponencia más reciente del congreso al respecto de la enseñanza y evaluación en clase.
Directora de ATI	Coordinadora del 2022 al 2023, y directora a partir del 2024.	La directora de la escuela de ATI vela por el cumplimiento de los objetivos de la escuela, dirige y evalúa las labores, procura la eficiencia en las labores	La directora de la escuela de ATI (previamente la coordinadora del área académica de ATI) conoce acerca de la disponibilidad de recursos en la escuela, las negociaciones que se pueden hacer para conseguir licencias, softwares, entre otros. Se desea conocer su criterio

		de la escuela, entre otras funciones.	al respecto de la solución tecnológica a proponer, y saber cuáles son las limitaciones y restricciones en cuanto a estos temas específicamente en la escuela de ATI.
Ingenieros del TEC Digital	Variado	Se encargan del mantenimiento de los servidores del TEC Digital. Conducen las actualizaciones e implementaciones de los desarrollos realizados dentro del sistema.	Ofrecen conocimiento profundo y de primera mano al respecto del TEC Digital. Permiten entender las funcionalidades, el proceso de desarrollo dentro del TEC Digital, entre otros aspectos.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

3.6. Variables de la Investigación

Las variables de la investigación son incógnitas que necesitan ser respondidas en la investigación. En la Tabla 5 se definen las variables de la investigación:

Tabla 5
Variables de la Investigación

Nombre de la Variable	Tipo	Definición Conceptual	Indicador	Definición Instrumental
Experiencia de los estudiantes respecto a la educación remota	Independiente	Son las situaciones que los estudiantes experimentaron, y aún experimentan, en relación con las clases virtuales que reciben.	Número de situaciones recurrentes identificadas	Técnicas: - Encuestas - Análisis temático
				Instrumentos: Encuesta mixta
Experiencia de los docentes respecto a la educación remota	Independiente	Son las situaciones que los docentes experimentaron, y aún experimentan, en relación con la educación	Número de situaciones recurrentes identificadas	Técnicas: - Entrevista - Análisis temático
				Instrumentos: Entrevista en profundidad

		remota que imparten.		• Tablas de codificación
Dolores críticos específicos de los docentes en cuanto a la educación virtual	Dependiente	Son la síntesis de los problemas expresados por los docentes. Reflejan situaciones concretas que causan “dolor” en la impartición de las clases virtuales.	Frecuencia de los problemas y dificultades reportados por los docentes	Técnicas: • Estadística descriptiva
				Instrumentos: • Matriz de frecuencia
Dolores críticos específicos de los estudiantes en cuanto a la educación virtual	Dependiente	Son la síntesis de los problemas expresados por los estudiantes. Reflejan situaciones concretas que causan “dolor” en la experiencia de las clases virtuales.	Frecuencia de los problemas y dificultades reportados por los estudiantes	Técnicas: • Estadística descriptiva
				Instrumentos: • Matriz de frecuencia
Funcionalidades más utilizadas por los docentes en las herramientas de enseñanza virtual	Dependiente	Son las funciones y capacidades de las herramientas tecnológicas utilizadas para impartir clases virtuales que los docentes utilizan con más frecuencia.	Frecuencia en el uso de las funcionalidades reportadas por los docentes	Técnicas: • Estadística descriptiva
				Instrumentos: • Matriz de frecuencia
Mejoras deseadas por los docentes respecto a la educación virtual	Dependiente	Son cambios o adiciones a las herramientas tecnológicas utilizadas para impartir clases	Frecuencia de las mejoras mencionadas por los docentes	Técnicas: • Estadística descriptiva
				Instrumentos: • Matriz de frecuencia

		virtuales que los docentes encuentran deseables.		
Mejoras deseadas por los estudiantes respecto a la educación virtual	Dependiente	Son cambios o adiciones a las herramientas tecnológicas y al proceso de enseñanza virtual que los estudiantes encuentran deseables.	Frecuencia de las mejoras mencionadas por los estudiantes	Técnicas: Estadística descriptiva
				Instrumentos: Matriz de frecuencia
Criterios del Departamento de Orientación y Psicología	Independiente	Son las observaciones realizadas por la persona del DOP al respecto de las necesidades y aspectos que deben ser abordados por la solución de enseñanza remota.	Número de criterios identificados	Técnicas: - Entrevista semi-estructurada - Análisis temático
				Instrumentos: Matriz de criterios
Criterios del Centro de Desarrollo Académico	Independiente	Son las observaciones realizadas por la persona del CEDA al respecto de las necesidades y aspectos que deben ser abordados por la solución de enseñanza remota.	Número de criterios identificados	Técnicas: - Entrevista semi-estructurada - Análisis temático
				Instrumentos: Matriz de criterios
Criterios de la Dirección de ATI	Independiente	Son las observaciones realizadas por la coordinadora	Número de criterios identificados	Técnicas: Entrevista semi-estructurada

		de ATI al respecto de las necesidades y aspectos que deben ser abordados por la solución de enseñanza remota.		• Análisis temático
				Instrumentos: • Matriz de criterios
Requerimientos que abordan los criterios y aspectos identificados	Dependiente	Son los requerimientos específicos derivados de los problemas críticos identificados, que abordan los criterios y aspectos identificados de los estudiantes y docentes.	Grado de cobertura de los requerimientos sobre los criterios y aspectos identificados	Técnicas: • Análisis comparativo • Análisis temático
				Instrumentos: • Matriz de requerimientos • Matrices de cobertura
Especificaciones de las soluciones tecnológicas de enseñanza remota disponibles	Independiente	Son las funcionalidades y características de las herramientas de enseñanza remota disponibles para la escuela de ATI.	Número de fichas de registro completadas	Técnicas: • Investigación documental • Análisis de documentación
				Instrumentos: • Fichas de registro
Soluciones tecnológicas que mejor se ajustan a los requerimientos y criterios identificados	Dependiente	Soluciones tecnológicas que mejor se ajustan a los requerimientos y criterios identificados.	Porcentaje de requerimientos satisfechos por la solución	Técnicas: • Análisis comparativo • Consulta con experto
				Instrumentos: • Matriz de cobertura

Fuente: Elaboración Propia (2024)

3.7. Instrumentos de Investigación

3.7.1. Entrevista en Profundidad

Esta entrevista será realizada a los profesores y tiene como objetivo identificar sus principales dificultades en el proceso de educación virtual. Además, busca conocer las funcionalidades que utilizan con mayor frecuencia en sus clases y las mejoras que les gustaría ver en esta modalidad. La entrevista en profundidad permitirá a los profesores compartir sus experiencias y, a diferencia de una entrevista estructurada, ofrece mayor libertad al entrevistado para desarrollar y profundizar en sus ideas mediante respuestas extensas. Se optó por este método porque, como sugieren Campoy y Gomes, es recomendable cuando “se busca información de profesionales, y los cuestionarios estructurados son insuficientes.” [6]

3.7.2. Encuesta

Esta encuesta será aplicada a los estudiantes activos de ATI y tiene como objetivo evaluar su percepción sobre diversos aspectos de las clases virtuales. Además, se busca recolectar información sobre sus principales insatisfacciones y molestias con el proceso, así como derivar posibles mejoras a partir de esta información. Se optó por este instrumento debido a los tres beneficios principales que John Creswell [12] discute en el octavo capítulo de su libro *Research Design – Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*:

- la rápida obtención de datos,
- la economía del diseño, y
- la posibilidad de identificar características de una gran población a partir de un grupo pequeño de individuos.

3.7.3. Tablas de Codificación

Estas tablas se utilizaron para codificar las respuestas de docentes y estudiantes de acuerdo con el análisis temático realizado a las respuestas obtenidas. Las tablas de codificación facilitan la cuantificación y el proceso estadístico aplicado a los datos recolectados. Una vez categorizados los datos, es posible realizar un recuento de las ocurrencias y mostrarlos en las matrices de frecuencia.

3.7.4. Matrices de Frecuencia

Es fundamental para la investigación reportar con claridad las frecuencias de mención de las necesidades de docentes y estudiantes, ya que estos datos permiten validar la información obtenida y aportan un insumo para priorizar ciertos pasos en el proceso de investigación. Rack, Zahn y Mateescu destacan la utilidad de las tablas de contingencia para el análisis multivariable en su trabajo titulado *Coding and Counting – Frequency Analysis for Group Research*, parte del *Cambridge Handbook of Group Interaction Analysis* [36].

En este estudio, se optó por utilizar matrices de frecuencia simples en lugar de tablas de contingencia, ya que se prefirieron múltiples análisis de una sola variable para cada población. Rack, Zahn y Mateescu afirman que las matrices de frecuencia son útiles para representar “la

ocurrencia de comportamientos como palabras o declaraciones específicas en discusiones grupales” [36].

3.7.5. Listas de Criterios

Se utilizarán listas para recolectar los criterios identificados de las entrevistas realizadas al DOP, CEDA y la dirección de ATI. Estas listas pretenden asociar cada criterio identificado con un identificador único que permita su trazabilidad e identificación en etapas avanzadas de la investigación.

3.7.6. Matriz de Requerimientos

Se utilizará una matriz de requerimientos para unificar y representar la información relacionada con los requerimientos redactados para la solución. Consiste en una implementación del instrumento comúnmente llamado hoja de recogida de datos. Se optó por adaptar este instrumento dados sus beneficios de acuerdo con FUNDIBEQ [15].

- Es útil para el diseño de soluciones y controles
- Permite registrar datos de forma sencilla
- Presenta los datos de forma que pueden ser utilizados para responder diferentes preguntas y realizar múltiples análisis
- Permite reunir los datos de forma ordenada

3.7.7. Ficha de Registro

Este instrumento también es una adaptación de la hoja de recogida de datos. En este caso se utiliza para organizar la información obtenida acerca de las herramientas tecnológicas disponibles en el mercado. La ficha de registro facilita la comparación y consulta de información al respecto de las herramientas.

3.7.8. Matrices de Cobertura

Se utilizarán matrices para comprobar el porcentaje de cobertura de ciertas variables sobre otras. Por ejemplo, se utilizará para comprobar la cobertura de los requerimientos sobre las necesidades. Las matrices de cobertura constituyen una matriz L según es descrita por FUNDIBEQ [16]. Además, la empresa de consultoría Sigma Software identificó los siguientes beneficios [41] específicamente para las matrices de cobertura de requerimientos:

- Todas las relaciones entre la variable y los requerimientos están documentadas en un único recurso.
- Fácil interpretación para realizar revisiones y consultar la información en cualquier fase del proyecto.
- Permite asegurar que se consideran todos los requisitos durante el análisis de cobertura.

3.8. Procedimiento Metodológico de la Investigación

3.8.1. Hipótesis de la Investigación

Con miras a comprobar si la situación hipotética planteada en el problema de la investigación es real, y relacionando esto con las dos primeras preguntas de investigación, se cuenta con dos hipótesis principales:

1. Existe un sentimiento negativo por parte de docentes y estudiantes al respecto de la experiencia de enseñanza virtual.
2. Las necesidades de los docentes y estudiantes al respecto de las clases virtuales pueden ser abordadas satisfactoriamente por medio de una solución tecnológica.

Con estas dos hipótesis, se busca explorar aspectos clave de la educación virtual. En primer lugar, se investigará si existe un sentimiento negativo hacia la enseñanza remota; la primera hipótesis presupone que esta percepción es negativa. A partir de esta suposición, se identificarán las principales causas de dicho sentimiento, que se traducirán en necesidades específicas. Con esa información, se evaluará si estas necesidades pueden ser atendidas mediante una solución tecnológica integrada y estandarizada. La segunda hipótesis sostiene que esto es posible. Si se confirma, se procederá a estudiar las herramientas y alternativas disponibles para formular la propuesta de solución tecnológica.

3.8.2. Fases de desarrollo del proyecto

En este apartado se indican y explican las fases del desarrollo de la investigación. Las fases corresponden a un conjunto de tareas que permitirán alcanzar los objetivos específicos propuestos.

En la Figura 2 se muestra el diagrama de las fases definidas para el procedimiento metodológico.

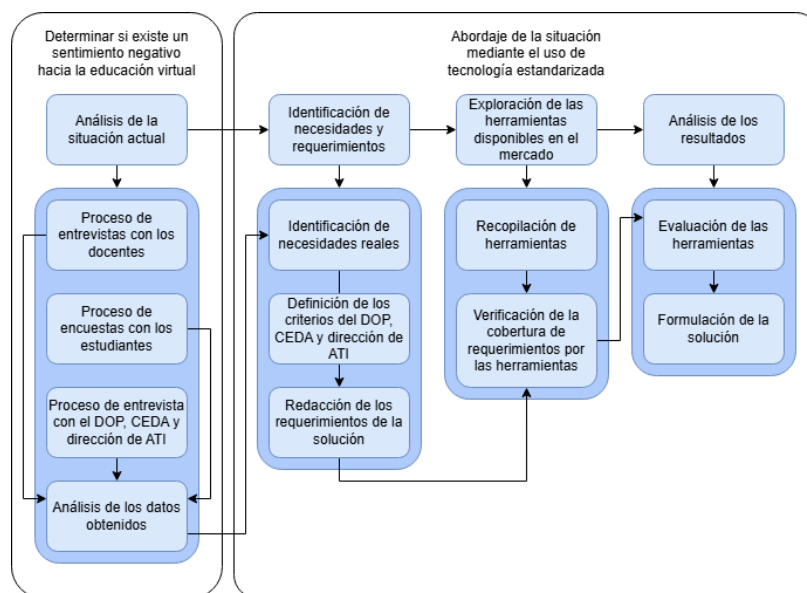


Figura 2 Diagrama de fases del procedimiento metodológico
Fuente: Elaboración Propia (2024)

3.8.2.1. Fase 1: Análisis de la Situación Actual

La fase de análisis de la situación actual pretende comprender, como su nombre indica, la situación actual de los docentes y estudiantes. Además, incluye una parte de entrevistas y consultas con el DOP, el CEDA y la coordinación de ATI. Estos ofrecen perspectivas distintas acerca de la solución a proponer. Esta fase pretende cumplir uno de los objetivos de la investigación el cual es determinar si existe o no un sentimiento negativo hacia las clases virtuales y qué lo causa.

3.8.2.2. Fase 2: Identificación de Necesidades y Requerimientos

La fase de identificación de necesidades y requerimientos busca analizar los datos recolectados en la fase anterior y convertirlos en necesidades y requerimientos funcionales y no funcionales para la solución tecnológica.

3.8.2.3. Fase 3: Exploración de las Herramientas Disponibles en el Mercado

La fase de exploración de las herramientas disponibles en el mercado se enfoca en la recopilación de información y especificaciones técnicas de las herramientas que están disponibles para ser consideradas como posibles soluciones.

3.8.2.4. Fase 4: Análisis de los Resultados

La fase de análisis de resultados se encarga de compilar la información de las fases dos y tres. Verifica la cobertura de los requerimientos identificados en la fase dos por parte de las funciones de las herramientas identificadas en la fase tres. Dependiendo del resultado, escoge entre un diseño interno o una integración de herramientas (la cual también puede requerir del desarrollo de interfaces, APIs, plugins, entre otros). Finalmente, se sintetiza los resultados de la fase 3 y se formula la propuesta que satisface el objetivo general de la investigación.

3.9. Tabla resumen del procedimiento metodológico de la investigación

La Tabla 6 continuación, se presenta el resumen de la metodología aplicada a la investigación. Asocia los resultados de cada fase con sus actividades y las fases siguientes.

Tabla 6

Resumen del procedimiento metodológico

Fase	Entradas	Salidas	Actividades
Análisis de la Situación Actual	Entrevistas Encuestas	Problemas más mencionados	Entrevistar a los docentes
		Funcionalidades más utilizadas	Entrevistar a funcionarios del DOP y CEDA
		Mejoras deseadas de las plataformas tecnológicas	Entrevistar a la Dirección de ATI

			Analizar los datos obtenidos de las poblaciones.
Identificación de Necesidades y Requerimientos	Problemas más mencionados Funcionalidades más utilizadas Mejoras deseadas de las plataformas tecnológicas	Dolores críticos identificados Criterios del DOP Criterios del CEDA Criterios de la dirección de ATI Requerimientos de la solución tecnológica	Identificar las necesidades reales de estudiantes y docentes Determinar de los criterios del DOP, CEDA y dirección de ATI Realizar la ingeniería de requerimientos para la solución tecnológica
Exploración de las Herramientas Disponibles en el Mercado	Información sobre herramientas tecnológicas de educación virtual (Gartner, Forrester, entre otros) Documentación de las herramientas identificadas	Lista de herramientas disponibles en el mercado Fichas de registro de las herramientas con información técnica, funcionalidades, y demás información	Recopilar cuáles son las herramientas que existen en el mercado actualmente Revisar la documentación e información disponible para verificar sus funcionalidades Completar la ficha de registro para cada herramienta
Análisis de los Resultados	Requerimientos de la solución tecnológica Fichas de registro de las herramientas con información técnica, funcionalidades, y demás información	Propuesta de solución tecnológica	Analizar las herramientas frente a los requerimientos y verificar cuales de estos cumplen Escoger las herramientas que mejor se adecuan a los requerimientos y analizar la necesidad de interfaces, plug-ins, entre otros

			Formular la propuesta de herramienta tecnológica
--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia (2024)

3.10. Tratamiento de los datos

Esta investigación analiza datos cuantitativos y cualitativos, cada uno de los cuales recibió un tratamiento específico para maximizar su precisión y relevancia en el análisis. A continuación, se detallan los procedimientos de tratamiento y procesamiento empleados según el tipo de dato.

3.10.1. Datos Cuantitativos

Los datos cuantitativos fueron recolectados mediante una encuesta con escala Likert de 1 a 10, diseñada para minimizar errores de ingreso y asegurar respuestas consistentes. Este enfoque simplificó el proceso de limpieza y facilitó la preparación para el análisis estadístico. Los pasos específicos fueron los siguientes:

3.10.1.1. Limpieza

La limpieza de datos cuantitativos se limitó a corregir problemas de codificación en los nombres de columnas, que incluían caracteres no legibles por errores de tilde al descargar el archivo desde la plataforma de encuesta. Esto se resolvió estandarizando los nombres de las columnas para que fueran consistentes en el conjunto de datos.

3.10.1.2. Transformación

Debido a que los datos ya estaban estandarizados en la escala de Likert, no fue necesario aplicar procesos adicionales de normalización o transformación. Sin embargo, se realizaron ajustes estructurales para facilitar su análisis:

- Formato de datos: Los datos fueron importados desde Excel a R Studio y convertidos a un dataframe, lo que permitió un manejo más eficaz en el análisis.
- Renombrado de columnas: A cada columna se le asignó un identificador único para facilitar la referenciación y el análisis. Las preguntas de la encuesta se etiquetaron secuencialmente con la letra "Q" seguida de su número, por ejemplo, "Q1" para la primera pregunta, "Q2" para la segunda, y así sucesivamente.
- Anonimización: Se eliminaron atributos de identificación para garantizar que los datos fueran completamente anónimos, preservando la privacidad de los participantes.

3.10.1.3. Obtención de Nuevos Datos

Con el *dataframe* estructurado, se generaron estadísticas descriptivas para cada pregunta, calculando el promedio y la desviación estándar de las respuestas en cada columna. Estos resultados se almacenaron en nuevos *dataframes* específicos para facilitar el análisis. Además, se

calcularon coeficientes de correlación entre las preguntas para evaluar posibles relaciones, presentadas en una matriz de correlación.

3.10.1.4. Visualización

Los resultados estadísticos se visualizaron mediante gráficos de barras que mostraban los promedios y desviaciones estándar por pregunta, proporcionando una interpretación gráfica de las respuestas. La matriz de correlación se representó visualmente para facilitar el análisis de interrelaciones entre preguntas.

3.10.2. Datos Cualitativos

Los datos cualitativos se recopilaron a través de entrevistas y preguntas abiertas de las encuestas. Los datos de las entrevistas fueron analizados mediante un análisis temático para identificar patrones clave en las respuestas de docentes y estudiantes, mientras que los datos de las encuestas abiertas fueron tratados de forma estructurada para garantizar una correcta organización.

3.10.2.1. Limpieza

Los datos cualitativos requerían un proceso de limpieza más detallado, que incluyó:

- Eliminación de respuestas vacías: Las respuestas sin contenido significativo (como espacios o puntuaciones solas) fueron eliminadas para evitar ruido en el análisis.
- Unificación de respuestas fragmentadas: Se detectaron respuestas que, por errores de registro, se habían fragmentado en múltiples partes. Estas se reunieron manualmente para recuperar el mensaje original completo.
- Eliminación de duplicados en entrevistas: En las entrevistas, algunos temas (funcionalidades, dolores o mejoras) se mencionaban múltiples veces por el mismo participante. Se eliminaron las respuestas duplicadas por participante para que cada mención contara solo una vez, lo cual permitió analizar la mención por tema y no por individuo.

3.10.2.2. Transformación

Para analizar los datos cualitativos de forma cuantitativa, fue necesario realizar una codificación de estos:

- Codificación temática: Mediante un análisis temático, se definieron categorías clave para clasificar las respuestas, facilitando su interpretación y cuantificación. Cada respuesta se codificó bajo la categoría correspondiente y se asignó al participante.
- Agrupación de datos en tablas: Las respuestas de encuestas abiertas fueron también codificadas y organizadas en una única tabla de codificación, lo que permitió comparar temas comunes entre todos los participantes de forma agregada.
- Anonimización: Al igual que con los datos cuantitativos, se eliminaron todos los atributos identificativos de los datos cualitativos para garantizar la privacidad de los participantes.

3.10.2.3. Visualización

Para los datos cualitativos, se generaron tablas de codificación y matrices de frecuencia para mostrar la frecuencia de menciones de cada tema. Los gráficos de barras se emplearon para visualizar comparativamente las menciones promedio y la dispersión de respuestas en cada tema, ayudando a interpretar las necesidades y áreas de interés destacadas por los participantes.

3.11. Operacionalización de las Variables

La Tabla 7 resume la operacionalización de las variables. Esta relaciona las fases de la investigación con los objetivos específicos abordados en esta, los instrumentos necesarios, las variables involucradas y los sujetos de investigación estudiados.

Tabla 7

Operacionalización de las Variables

Fase	Objetivo Específico	Instrumentos	Variables	Sujetos de Investigación
Fase 1. Análisis de la Situación Actual	Objetivo Específico 1	- Encuesta mixta - Entrevista en profundidad - Tablas de codificación - Entrevista semi-estructurada	- Experiencia de los estudiantes respecto a la educación remota - Experiencia de los docentes respecto a la educación remota	- Docentes de ATI - Estudiantes de ATI
Fase 2. Identificación de Necesidades y Requerimientos	Objetivo Específico 2	- Tablas de codificación - Matrices de Frecuencia - Listas de criterios - Matrices de requerimientos	- Dolores críticos específicos de los docentes en cuanto a la educación virtual - Dolores críticos específicos de los estudiantes en cuanto a la educación virtual - Funcionalidades más utilizadas por los docentes en las herramientas de enseñanza virtual - Mejoras deseadas por los docentes	- Departamento de Orientación y Psicología - Centro de Desarrollo Académico - Dirección de ATI

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

			respecto a la educación virtual - Mejoras deseadas por los estudiantes respecto a la educación virtual - Criterios del Departamento de Orientación y Psicología - Criterios del Centro de Desarrollo Académico - Criterios de la Dirección de ATI - Requerimientos que abordan los criterios y aspectos identificados	
Fase 3. Exploración de las Herramientas Disponibles	Objetivo Específico 3	- Fichas de registro de herramientas - Matrices de Cobertura	- Especificaciones de las soluciones tecnológicas de enseñanza remota disponibles - Soluciones tecnológicas que mejor se ajustan a los requerimientos y criterios identificados	No se aplican instrumentos a sujetos
Fase 4. Análisis de los Resultados	Objetivo Específico 3	No se aplican Instrumentos	- Soluciones tecnológicas que mejor se ajustan a los requerimientos y criterios identificados	No se aplican instrumentos a sujetos

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Capítulo 4 – Resultados de la Investigación

4.1. Análisis de la Situación Actual

En esta fase inicial de la investigación se pretende entender la situación real respecto a la educación virtual en la comunidad educativa de ATI. Para cumplir este objetivo, se recolectaron datos mediante encuestas y entrevistas. En las secciones siguientes, se detalla el proceso y los resultados obtenidos.

4.1.1. Entrevistas a los Docentes

Se entrevistó a profesores activos de la carrera de ATI que tienen al menos un curso asignado en el programa curricular de la carrera. El total de docentes que cumplen esa condición es veinte, siendo uno de ellos el tutor e investigador principal de este documento Juan Andrés Segreda Johanning. Siendo este el caso, el máximo número de profesores que se podía entrevistar fue diecinueve. Se logró entrevistar a catorce profesores para una cobertura del 73.68% del universo que se podía estudiar.

La entrevista aplicada se encuentra en el Apéndice W. Entrevista en profundidad. Los resultados obtenidos fueron cuantificados y publicados por los autores de esta investigación, Héctor Delgado y Juan Andrés Segreda [40]. A continuación, se presentan los resultados de las entrevistas con los docentes de acuerdo con la investigación publicada:

4.1.1.1. Transición a la Virtualidad

La investigación reveló que el 86% de los docentes experimentó retos al migrar a la enseñanza virtual, donde aproximadamente un 20% manifestó percibir pérdida de control sobre sus lecciones. Los datos recolectados muestran que casi la totalidad de los entrevistados identificó la participación estudiantil como el principal desafío, seguido por la necesidad de adaptar materiales didácticos y las dificultades tecnológicas. [40]

4.1.1.2. Tecnologías Utilizadas

En cuanto a las herramientas tecnológicas, se identificó una adopción universal de las plataformas esenciales. El 100% de los entrevistados reportó utilizar sistemas de videoconferencia, el TEC Digital y salas grupales virtuales [40]. Es notable que la mitad del cuerpo docente reportó no haber realizado cambios significativos en su metodología de enseñanza virtual desde el inicio de la pandemia.

4.1.1.3. Interacción y Participación Estudiantil

La falta de participación estudiantil emergió como una preocupación casi unánime entre los docentes. Para abordar esta situación, los profesores han implementado diversas estrategias, siendo las más frecuentes la organización de grupos pequeños y el uso de herramientas de interacción en tiempo real, cada una adoptada por cerca de dos tercios de los entrevistados. [40]

4.1.1.4. Evaluación del Aprendizaje y Rendimiento Académico

"El 93% de los profesores expresaron preocupaciones sobre la integridad académica y la efectividad de las evaluaciones en línea" [40]. Como consecuencia, se observó una tendencia hacia la modificación de los métodos evaluativos, con "el 57% mencionaron haber aumentado el peso de los proyectos y trabajos prácticos en la calificación final, así como haber reducido el valor, o haber eliminado por completo, los exámenes en su forma tradicional" [40].

4.1.1.5. Percepción del Aprendizaje de los Estudiantes

Más de dos tercios de los docentes manifestaron inquietud sobre la posible disminución en la calidad del aprendizaje en el entorno virtual. "Sin embargo, el 43% también mencionaron aspectos positivos como la flexibilidad y el desarrollo de habilidades de autoaprendizaje en los estudiantes" [40]. La investigación identificó como principales preocupaciones la desmotivación estudiantil y la pérdida de conexión personal, aunque también se reconocieron beneficios en términos de conveniencia.

4.1.1.6. Expectativas y Necesidades Futuras

De acuerdo con la información publicada, el 71% de los docentes coincidió en la necesidad de robustecer los sistemas de evaluación en línea, con una proporción similar apoyando la implementación de sistemas de supervisión remota [40]. La mitad del profesorado enfatizó la importancia de mejorar las capacitaciones, mientras que el 43% destacó la necesidad de desarrollar una mejor cultura de aprendizaje remoto.

4.1.2. Encuestas a los Estudiantes

Para el período lectivo del segundo semestre del 2024, la escuela de ATI registró 419 estudiantes activos. Se aplicó una encuesta en línea con el propósito de alcanzar a la mayor cantidad de estudiantes posible. La encuesta aplicada se encuentra en el Apéndice V. Encuesta mixta. Se recogieron 103 respuestas de los estudiantes, lo que representa aproximadamente el 25% de los estudiantes de la carrera.

Los resultados obtenidos pueden ser consultados en la Tabla 8. También fueron publicados en el mismo artículo junto a los resultados de los docentes [40]. A continuación, se detallan los resultados de las encuestas aplicadas y los principales hallazgos de acuerdo con la investigación publicada:

Tabla 8

Resumen de las respuestas numéricas de los estudiantes encuestados

Pregunta	Media	SD
¿Qué tan satisfecho(a) está con las herramientas y plataformas digitales que utiliza actualmente para sus clases virtuales?	7.53	1.63
¿Qué tan consistente es el uso de herramientas y plataformas entre sus diferentes clases?	6.92	2.14
¿Qué tan conveniente le resulta navegar y manejar múltiples herramientas y plataformas para diferentes aspectos de sus clases (e.g., videoconferencias,	7.52	2.22

entrega de tareas, recursos de lectura)? Considere todas las herramientas de las distintas clases que toma.		
¿Qué tan confiables le parecen las herramientas y plataformas que utiliza para participar de las clases virtuales en términos de estabilidad, fiabilidad, disponibilidad y funcionamiento?	7.81	1.71
¿Qué tan eficiente encuentra el proceso de entrega de tareas y proyectos a través de las plataformas virtuales actuales?	8.15	1.71
¿Considera que las herramientas que utiliza facilitan la comunicación y la interacción con sus profesores y compañeros de clase?	7.25	2.04
¿Qué tan fácil le resulta encontrar y acceder a los materiales didácticos proporcionados por los profesores a través de las plataformas digitales?	7.92	1.58
¿Considera que las evaluaciones y exámenes realizados utilizando las herramientas virtuales actuales representan con confianza y honestidad el verdadero aprendizaje de los estudiantes?	5.97	1.36
¿Qué tan adecuado considera el apoyo y soporte de los profesores y la universidad cuando usted se enfrenta a problemas técnicos o de conexión con las herramientas y plataformas de educación virtual?	5.90	2.22
¿Considera que su rendimiento académico aumenta cuando la modalidad de la clase es virtual?	5.93	3.07
¿Considera que el aprendizaje real y la retención de contenidos aumenta cuando la modalidad de la clase es virtual?	5.41	2.7
¿Qué tan beneficioso cree que sería para su experiencia de aprendizaje virtual tener una única plataforma (o un conjunto estandarizado de herramientas) para todas las actividades de todas sus clases virtuales?	8.28	2.1
¿Qué tan efectivas considera las herramientas virtuales para promover aprendizaje duradero en comparación con los recursos y herramientas utilizados en clases presenciales (e.g., libros, impresiones, grupos presenciales, exposiciones presenciales, entre otros)?	7.01	2.36
¿Qué tan a menudo utiliza métodos alternativos (correo electrónico, WhatsApp, Telegram, WeTransfer, entre otros) a los establecidos por el profesor para la entrega de evaluaciones por motivo de fallas técnicas de las herramientas?	6.04	3.13
¿Cuántas herramientas de enseñanza remota recuerda haber utilizado en sus clases virtuales (e.g., Zoom, Teams, Meet, OneDrive, Google Drive, Socrative, Perusall, Jamboard, TEC Digital, Quizitor, entre otros)?	7.02	3.18

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.1.2.1. Plataforma Unificada

La necesidad de una plataforma única para todas las actividades académicas obtuvo la media más alta en la encuesta (8.28). Este resultado sugiere un fuerte consenso estudiantil sobre la importancia de contar con herramientas de aprendizaje virtual integradas.

4.1.2.2. Impacto en el Aprendizaje y Rendimiento

Los datos revelaron una percepción moderadamente negativa sobre el impacto de la virtualidad en el aprendizaje y rendimiento académico, con medias de 5.93 y 5.97 respectivamente. Las desviaciones estándar elevadas (3.07 y 2.7) indican una notable divergencia de opiniones en estos aspectos.

4.1.2.3. Acceso a Materiales Didácticos

La encuesta mostró resultados favorables respecto al acceso a materiales del curso. Como se observa en la Tabla 8, la confiabilidad de las plataformas obtuvo una media de 7.81. La baja desviación estándar reportada en (1.71) sugiere un consenso general sobre la estabilidad y accesibilidad de los recursos didácticos.

4.1.2.4. Comunicación e Interacción

"La encuesta también reveló información valiosa sobre la percepción de los estudiantes respecto a la comunicación y la interacción en el entorno virtual" [40]. La evaluación de las herramientas de comunicación alcanzó una media de 8.15, con una desviación estándar de 2.04, indicando cierta variabilidad en las experiencias de los estudiantes.

4.1.2.5. Eficiencia en la Entrega de Tareas y Proyectos

Los sistemas de entrega de trabajos académicos recibieron una evaluación positiva, con una media de 7.25. La baja desviación estándar (1.58) sugiere un consenso generalizado sobre la eficiencia de estos sistemas.

4.1.2.6. Confiabilidad de las Herramientas

La estabilidad y funcionamiento de las plataformas recibió una evaluación favorable (media de 7.81), con una desviación estándar de 1.71. Esto indica un consenso positivo entre los estudiantes al respecto de la estabilidad, disponibilidad y funcionamiento de las herramientas.

4.1.2.7. Análisis de Correlaciones

Para profundizar en la comprensión de los datos recolectados, se realizó un análisis correlacional entre los diferentes aspectos evaluados en la encuesta. Como se muestra en la Figura 3, este análisis excluyó las preguntas demográficas iniciales.

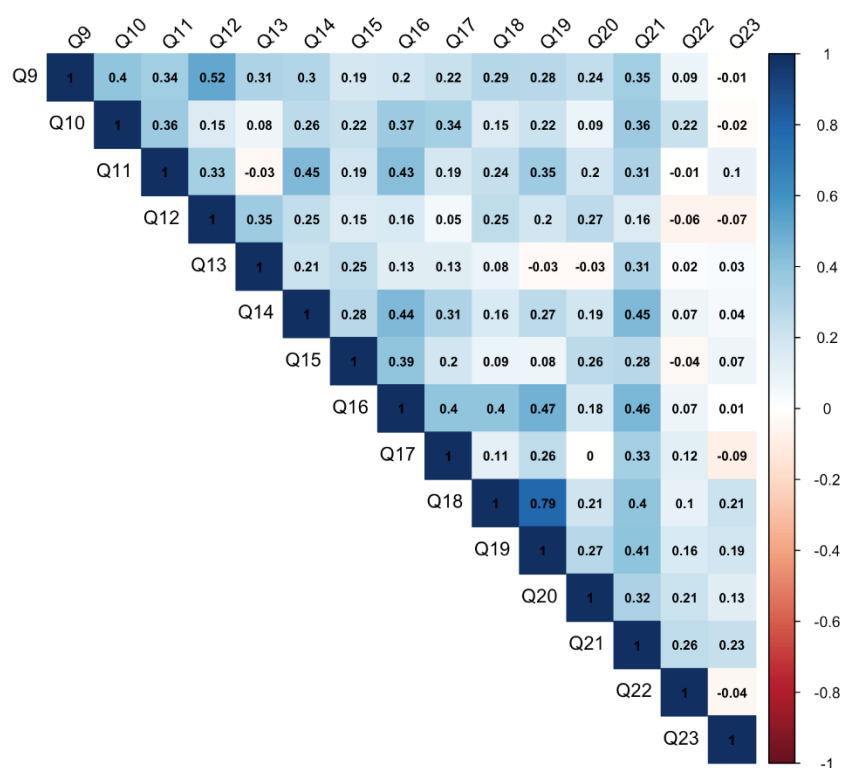


Figura 3 Matriz de Correlaciones de las Preguntas de las Encuestas
Fuente: Delgado & Segreda (2024)

El análisis de correlaciones reveló lo siguiente:

- Existe una correlación positiva ($r = 0.79$) entre la percepción de aprendizaje y rendimiento académico. Esto sugiere que los estudiantes asocian estrechamente su capacidad de aprendizaje con su desempeño académico en la modalidad virtual.
- El análisis también reveló que la confiabilidad de las plataformas tecnológicas está moderadamente correlacionada ($r = 0.47$) con la percepción de que las evaluaciones reflejan el aprendizaje real. Este hallazgo sugiere que la estabilidad técnica de las herramientas podría influir en la credibilidad percibida de las evaluaciones.
- La satisfacción general con las plataformas mostró una correlación positiva moderada ($r = 0.4$) con la percepción de consistencia en su uso entre diferentes cursos. Este resultado indica que la uniformidad en la implementación de las herramientas virtuales podría ser un factor en la satisfacción estudiantil.
- Adicionalmente, se identificó una correlación positiva ($r = 0.45$) entre la percepción de efectividad de las herramientas para promover un aprendizaje duradero y la calidad percibida de la comunicación con docentes y pares. Este hallazgo resalta la importancia de mantener canales de comunicación efectivos en el entorno virtual.

4.1.2.8. Respuestas Cualitativas

El componente cualitativo de la encuesta, que incluyó preguntas abiertas sobre las experiencias en el entorno virtual, reveló varios temas recurrentes:

- Las dificultades de concentración y motivación emergieron como una preocupación predominante. Los estudiantes reportaron desafíos específicos para mantener la atención y automotivarse durante las sesiones sincrónicas.
- Los problemas técnicos constituyeron otro tema frecuente. Se identificaron dificultades con la conectividad a internet y fallos en las plataformas educativas. Estos desafíos técnicos fueron mencionados como interrupciones en el proceso de aprendizaje.
- La falta de interacción directa con profesores y compañeros fue ampliamente mencionada. Este hallazgo se alinea con la variabilidad observada en las respuestas a la pregunta catorce, según se discutió en la sección 4.1.2.4. Esto sugiere que la calidad de la interacción virtual varía entre diferentes contextos y participantes.
- Los estudiantes también expresaron preocupaciones sobre la gestión del tiempo y la carga académica en el formato virtual. Se identificaron dificultades para equilibrar las responsabilidades académicas con otras actividades en el entorno remoto.
- Finalmente, las inquietudes sobre la integridad académica en las evaluaciones en línea fue un tema recurrente. Los estudiantes expresaron preocupaciones sobre la equidad y efectividad de las evaluaciones virtuales.

4.1.3. Entrevistas Adicionales

Con miras a proponer una solución tecnológica que se alinee con las políticas, métodos y criterios de la institución, se entrevistó a una persona del Departamento de Orientación y Psicología, a una persona del Centro de Desarrollo Académico, y a la directora de la carrera de ATI. Además de estar basada en los deseos y necesidades reales de la comunidad educativa de ATI, la solución tomará en cuenta los criterios de estas tres fuentes. A continuación, se resumen los resultados de las entrevistas.

4.1.3.1. Entrevista con el DOP

El Departamento de Orientación y Psicología (DOP) del Tecnológico de Costa Rica es una unidad dentro de la Vicerrectoría de Vida Estudiantil y Servicios Académicos que se enfoca en el desarrollo integral de los estudiantes [46]. La entrevista realizada proporcionó valiosas perspectivas sobre las necesidades y retos en la educación virtual, especialmente durante y después de la pandemia. Los aspectos más destacados de la entrevista incluyen:

1. Enfoque integral en la formación

El DOP enfatiza que la experiencia universitaria va más allá de lo académico, abarcando el desarrollo de habilidades para la vida, liderazgo, trabajo en equipo y comunicación efectiva. Mencionaron la necesidad de los docentes y funcionarios de mantener una perspectiva amplia acerca de la educación. Hacer tareas y exámenes no es a lo que se reduce un curso de universidad que pretende formar profesionales integrales.

2. Adaptación a la virtualidad

Durante la pandemia, el departamento realizó una transformación completa hacia servicios virtuales, implementando diversas herramientas como Zoom, Teams, Telegram y podcasts en Spotify, creando así un modelo híbrido. Además, identificaron los siguientes desafíos que los estudiantes enfrentaron durante la adaptación a la virtualidad:

- Dificultades técnicas en la adaptación al entorno virtual
- Resistencia al uso de cámaras
- Problemas para establecer conexiones sociales
- Deseo del retorno a la presencialidad
- Dificultades de concentración en entornos virtuales

Respecto a estos y otros desafíos, el DOP mencionó las siguientes recomendaciones.

- Necesidad de crear espacios intencionados para la interacción social
- Importancia de metodologías pedagógicas dinámicas y participativas
- Atención al bienestar integral (ergonomía, salud mental)
- Consideración de aspectos prácticos como la flexibilidad horaria
- Énfasis en mantener la experiencia universitaria significativa

3. Autonomía Estudiantil

Un aspecto fundamental destacado en la entrevista es el énfasis del DOP en desarrollar la autonomía del estudiante en su proceso de aprendizaje, mientras se mantiene un fuerte componente de interacción social y apoyo mutuo. El departamento reconoce que el éxito en la virtualidad no solo depende de las herramientas técnicas, sino también de crear espacios intencionados para la interacción, promover el autocuidado y la salud mental, y asegurar que los estudiantes desarrollen tanto habilidades técnicas como sociales y de liderazgo.

4.1.3.2. Entrevista con el CEDA

El Centro de Desarrollo Académico del Tecnológico de Costa Rica es la unidad encargada de apoyar y orientar los procesos pedagógicos de la institución [44]. La entrevista realizada proporcionó información valiosa sobre criterios de selección de herramientas tecnológicas y desafíos en la implementación de metodologías pedagógicas virtuales.

En cuanto a la selección de herramientas tecnológicas para esta investigación, el CEDA enfatiza la importancia de la accesibilidad y gratuidad como factores fundamentales. Además,

buscan soluciones que sean fáciles de implementar y tengan una curva de aprendizaje manejable. Un aspecto en el que se hizo énfasis es que las herramientas deben adaptarse a las necesidades específicas de cada disciplina, reconociendo que lo que funciona para ingeniería podría no ser apropiado para otras carreras.

El CEDA ha identificado una serie de desafíos en relación con la educación en el TEC:

- Baja participación docente en capacitaciones pedagógicas
- Profesores con experiencia en su campo, pero sin formación docente
- Problemas en la planificación de clases y evaluaciones
- Ignorancia de las herramientas ofrecidas por la institución
- Ignorancia respecto al nuevo modelo pedagógico
- Dificultades en la motivación y comunicación con estudiantes

La innovación ha sido una respuesta clave a estos desafíos. Desde la pandemia, el CEDA ha trabajado en el desarrollo de programas híbridos y ha colaborado con expertos internacionales para incorporar metodologías innovadoras. Han traído especialistas de Harvard, del Tecnológico de Monterrey y de la Universidad de Barcelona para capacitar en metodologías como la enseñanza entre pares, el aprendizaje basado en problemas y el estudio de casos.

En cuanto a las tendencias emergentes, el CEDA está explorando activamente la integración de la inteligencia artificial en la docencia, aunque con un enfoque cauteloso y responsable. También están investigando el uso de aprendizaje lúdico y evaluación auténtica como formas de mejorar el compromiso estudiantil.

Se enfatizó la importancia de seleccionar herramientas que permitan una evaluación auténtica y no invasiva del aprendizaje, alejándose de métodos tradicionales de supervisión que pueden generar ansiedad. Sin embargo, el CEDA reconoce que hay lugar para los exámenes tradicionales y métodos de supervisión como el *proctoring*, un sistema de vigilancia en línea que monitorea a los estudiantes durante evaluaciones remotas mediante cámaras web, grabación de pantalla y detección de comportamientos sospechosos.

El valor de estas metodologías de supervisión dependerá de la frecuencia con la que sean necesarias las evaluaciones. Según el CEDA, bajo el nuevo modelo pedagógico, esa frecuencia debería tender a la baja. Aun así, proponen que la evaluación de conocimiento teórico y técnico puede beneficiarse de herramientas de proctoring que permitan confiar en la nota obtenida por los estudiantes, especialmente en situaciones donde la integridad académica es crucial.

Finalmente, el CEDA resalta la importancia de proporcionar a los docentes no solo herramientas tecnológicas, sino también una formación pedagógica sólida. Reconocen que muchos profesores, aunque expertos en sus campos, carecen de formación docente formal, lo que hace especialmente valioso cualquier esfuerzo por crear soluciones tecnológicas que faciliten y mejoren el proceso de enseñanza y aprendizaje.

4.1.3.3. Entrevista con la dirección de ATI

La entrevista con la dirección de ATI se realizó de forma escrita por motivo de limitaciones en tiempo y disponibilidad. Esta alternativa se realizó basada en la publicación de Saarijärvi y Bratt titulada *When face-to-face interviews are not possible: tips and tricks for video, telephone, online chat, and email interviews in qualitative research* [37]. Se consultó con la directora María José Artavia al respecto de criterios, limitaciones y restricciones de la escuela de ATI relacionados a la adquisición de software y la preferencia de herramientas.

La escuela cuenta con un presupuesto operativo total de ₡1,250,000 colones, el cual debe distribuirse entre todas las necesidades operativas, no solo tecnológicas. Para la adquisición de licencias y equipo tecnológico, la escuela debe negociar con la Vicerrectoría de Docencia, sin contar con un monto fijo asignado para estos rubros. Este proceso implica que anualmente la escuela debe presentar sus necesidades de infraestructura, equipo y licencias a la Vicerrectoría, quien evalúa las solicitudes junto con las de otras escuelas, buscando incluso identificar necesidades compartidas para aprovechar economías de escala.

Como alternativa, la escuela ocasionalmente puede aprovechar fondos provenientes de los programas de Talento Digital a través de FUNDATEC, que manejan entre siete y diez millones de colones. Sin embargo, estos recursos están destinados principalmente a financiar actividades específicas y mejoras de infraestructura, como la instalación de aire acondicionado o la compra de equipamiento para laboratorios.

Dadas estas limitaciones presupuestarias, la escuela ha adoptado un enfoque pragmático que prioriza el aprovechamiento de los recursos ya disponibles en la institución. Se enfatiza la importancia de utilizar herramientas que estén alineadas con el modelo pedagógico del TEC, mientras se busca maximizar el uso de soluciones gratuitas o de código abierto, así como aquellas herramientas a las que la institución ya tiene acceso.

Finalmente, la directora María José comentó que una solución tecnológica estandarizada para la escuela de ATI idealmente debería incluir una herramienta de proctoring. Este comentario complementa, desde la perspectiva de la dirección de la carrera, el deseo similar expresado por una gran proporción de los profesores entrevistados.

4.1.4. Análisis de los Datos Obtenidos

Con el fin de evaluar la primera hipótesis de la investigación, se realizaron dos pruebas de hipótesis; una para los estudiantes y una para los docentes. El análisis y resultados obtenidos forman parte del artículo publicado al que se hizo referencia anteriormente [40]. A continuación, se detalla el proceso realizado:

4.1.4.1. Prueba de Hipótesis para los Estudiantes

Para evaluar la percepción de los estudiantes, se estableció una escala donde valores de uno a cuatro se consideraron negativos, de cinco a seis neutrales, y siete a diez positivos. De acuerdo con el artículo publicado [40], las hipótesis definidas para la prueba son las siguientes:

- Hipótesis Nula H_0 : La percepción de los estudiantes no es significativamente positiva. Es decir, el promedio de las respuestas seleccionadas no es mayor a seis.
- Hipótesis Alternativa H_1 : La percepción de los estudiantes es significativamente mayor a seis.

El análisis estadístico reveló un promedio de 6.37 con una desviación estándar de 2.36. Se realizó una prueba *t student* para una muestra con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ y 102 grados de libertad. El estadístico *t* calculado (1.59) no superó el valor crítico (1.66), y el *p*-valor (0.057) excedió el nivel de significancia, llevando a mantener la hipótesis nula.

4.1.4.2. Prueba de Hipótesis para los Docentes

La percepción docente se evaluó mediante el análisis de cinco preguntas clave de la entrevista en profundidad, seleccionadas para capturar la experiencia general sin introducir sesgos negativos. Las respuestas se clasificaron en tres categorías (Negativa, Neutral, Positiva). Las preguntas seleccionadas fueron las siguientes:

- Q1: ¿Qué cambios hizo en su metodología de enseñanza al pasar de lo presencial a lo virtual?
- Q2: ¿Qué mejoras ha implementado en sus clases virtuales desde que comenzó?
- Q3: ¿Qué métodos de evaluación virtual han resultado ser los más eficaces para usted? ¿Cuáles encuentra menos eficaces?
- Q4: ¿Ha habido algún tipo de soporte o capacitación por parte del TEC?
- Q5: ¿Hay algún otro aspecto de su experiencia que le gustaría compartir?

De acuerdo con el artículo publicado [40], las hipótesis de la prueba fueron las siguientes:

- Hipótesis Nula H_0 : La proporción de respuestas negativas no es mayor que la proporción combinada de respuestas neutrales y positivas. Es decir, no hay predominio significativo de percepciones negativas.
- Hipótesis Alternativa H_1 : La proporción de respuestas negativas es significativamente mayor que la proporción combinada de respuestas neutrales y positivas.

La Figura 4 muestra el recuento de las respuestas y sus clasificaciones.

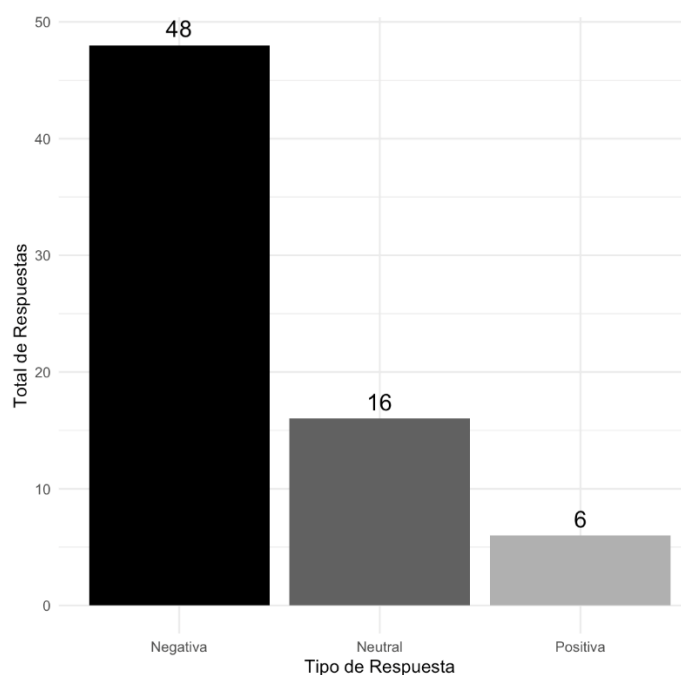


Figura 4 Clasificación de las Respuestas de los Profesores para la Prueba de Hipótesis
Fuente: Delgado & Segreda (2024)

De un total de setenta respuestas, cuarenta y ocho fueron negativas. Esto representa una proporción de respuestas negativas de 0.686. Esto contrasta con la proporción esperada de 0.333 para una distribución uniforme. La prueba Z arrojó un estadístico de 6.19, un valor de error estándar calculado de 0.0563 y un p-valor menor a 0.001. Se evidencia una predominancia significativa de percepciones negativas. Por esta razón, se acepta la hipótesis alternativa.

4.1.4.3. Implicaciones de las Pruebas de Hipótesis

Los hallazgos revelan patrones contrastantes entre ambos grupos. La prueba de hipótesis no permite determinar que los estudiantes tengan una percepción negativa. Sin embargo, permite concluir que los estudiantes no muestran evidencia estadística de una percepción positiva. Por otro lado, el profesorado exhibe una percepción predominantemente negativa, particularmente en la adaptación al entorno virtual y la efectividad de las evaluaciones.

"Las respuestas positivas hacían en su mayoría referencia a clases híbridas, donde se aprovecha la flexibilidad de la virtualidad sin las limitaciones de las evaluaciones e interacción permanente" [40]. Esta observación sugiere que el modelo híbrido podría representar un compromiso efectivo en el cual se aprovechan las ventajas percibidas por los estudiantes mientras se mitigan las preocupaciones docentes al respecto de la conexión con el estudiante y la confianza en las evaluaciones.

Los estudiantes no muestran una adaptación positiva, mientras que los docentes expresan preocupaciones sobre la efectividad de la modalidad. Con esto, se acepta la primera hipótesis de

la investigación. El Apéndice AG. Árbol del Problema muestra el árbol del problema que resume las causas y efectos identificados en el análisis realizado.

4.2. Identificación de Necesidades y Requerimientos

En la segunda fase de la investigación, se busca destilar la información recolectada en dolores críticos, mejoras deseadas y, en el caso de los profesores, las funcionalidades más utilizadas. Además, se analizarán las entrevistas realizadas al DOP, CEDA y la dirección de ATI con la intención de redactar una lista de criterios que guíen la formulación de la solución tecnológica. Se realiza también un proceso de ingeniería de requerimientos que permite comprender mejor ambas poblaciones estudiadas en relación con la solución tecnológica. Finalmente, se realiza la elicitación de requerimientos de la solución. Estos funcionarán como la rúbrica de evaluación a utilizar en la fase siguiente.

4.2.1. Identificación de Necesidades Reales

Para facilitar la redacción de las necesidades de las poblaciones, se utilizaron tablas de codificación. Cada mención de un problema, mejora o funcionalidad fue recolectada dentro de la matriz correspondiente. Después, se analizaron todas las entradas y se redactaron categorías. Cada entrada fue categorizada y, para cada una de las variables a estudiar, se hizo una matriz de frecuencia. Debido a que los estudiantes respondieron respuestas numéricas y una respuesta abierta, se utilizó una tabla de codificación y un análisis cuantitativo de los resultados obtenidos en la fase anterior para ambas variables de esa población.

4.2.1.1. Dolores Críticos de los Docentes

La tabla de codificación para los dolores críticos de los profesores se puede encontrar en el Apéndice C. Tabla de Codificación de los Problemas de los Profesores. La Tabla 9 a continuación presenta la matriz de frecuencia para los dolores críticos de los docentes:

Tabla 9

Matriz de Frecuencia para Dolores Críticos de los Profesores

ID	Dolores Críticos	Descripción	Frecuencia
DP-1	Falta de interacción y participación	Dificultad para lograr una participación activa y mantener un diálogo bidireccional efectivo durante las clases virtuales.	13
DP-2	Adaptación al formato virtual	Retos en la transición desde la enseñanza presencial tradicional hacia metodologías de educación en línea.	12
DP-3	Problemas con la tecnología y herramientas	Dificultades, inconvenientes y falta de funcionalidades en las plataformas y herramientas digitales necesarias.	11
DP-4	Distracción y desmotivación de estudiantes	Reducción del nivel de atención y compromiso de los estudiantes en el entorno virtual.	10

DP-5	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Preocupaciones sobre la integridad académica y la validez de las evaluaciones en línea.	10
DP-6	Desconexión personal con el estudiante	Pérdida de la cercanía y vínculo emocional que se desarrolla naturalmente en el aula física.	9
DP-7	Falta de apoyo institucional	Carencia de soporte técnico, capacitación y recursos por parte de la institución educativa.	7
DP-8	Falta de cultura para aprendizaje remoto	Ausencia de hábitos y prácticas establecidas en estudiantes y profesores para el aprendizaje en entornos virtuales.	6
DP-9	Barreras para la conexión y acceso	Problemas de conectividad a internet y acceso a dispositivos adecuados.	5
DP-10	Carga emocional y estrés docente	Impacto psicológico y agotamiento derivado de la adaptación a la enseñanza virtual.	4
DP-11	Problemas técnicos	Fallos en la conexión, audio, video y otros aspectos técnicos durante las sesiones.	4
DP-12	Falta de recursos para la innovación pedagógica	Limitaciones en recursos y herramientas para implementar nuevas estrategias pedagógicas. Sobre todo, con relación al nuevo modelo pedagógico.	4
DP-13	Pérdida de control sobre la clase	Dificultad para asegurar que la clase está sucediendo de la forma que el profesor quiere y que las actividades se están realizando según se indicaron.	3
DP-14	Interrupciones de la clase	Disrupciones frecuentes durante la clase por factores externos o técnicos.	1
DP-15	Problemas de asistencia	Irregularidad en la presencia y puntualidad de los estudiantes en las sesiones virtuales.	1

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.1.2. Dolores Críticos de los Estudiantes

La tabla de codificación para los dolores críticos de los estudiantes se puede encontrar en el

Apéndice U. Tabla de Codificación de las Respuestas Abiertas de los Estudiantes. Las Tabla 10 a continuación presenta la matriz de frecuencia para los dolores críticos de los estudiantes. Debido a que algunas respuestas de los estudiantes incluían múltiples problemas, la Tabla 10 tiene un total de noventa y nueve menciones, mientras que la cantidad de respuestas válidas evaluadas fue de solo noventa y seis. La Tabla 11 muestra la lista de dolores críticos identificados de las preguntas numéricas.

Tabla 10

Dolores críticos identificados para las respuestas abiertas de las encuestas

ID	Dolores Críticos	Frecuencia
DE-1	Problemas de concentración/distracciones	14 menciones
DE-2	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas	13 menciones
DE-3	Problemas de conexión a internet	12 menciones
DE-4	Calidad de enseñanza reducida	6 menciones
DE-5	Falta de preparación de los profesores para entorno virtual	6 menciones
DE-6	Dificultad para adaptar ciertos cursos al formato virtual	5 menciones
DE-7	Falta de comprensión de los profesores ante problemas técnicos	4 menciones
DE-8	Problemas de organización del curso	4 menciones
DE-9	Falta de compromiso de los estudiantes	4 menciones
DE-10	Monotonía/falta de dinamismo en las clases	4 menciones
DE-11	Menor retención de información/aprendizaje	3 menciones
DE-12	Problemas con evaluaciones virtuales	3 menciones
DE-13	Falta de interacción/comunicación efectiva	3 menciones
DE-14	Incomodidad con el uso obligatorio de cámara	3 menciones
DE-15	Exceso de trabajo/tareas	2 menciones
DE-16	Plagio y deshonestidad académica	2 menciones
DE-17	Problemas con el audio	1 mención
DE-18	Falta de grabación de clases	1 mención
DE-19	Falta de práctica para la materia	1 mención
Sin quejas/prefiere virtualidad		8 menciones

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Tabla 11

Dolores críticos identificados para las respuestas numéricas de las encuestas

ID	Dolores Críticos
DE-20	Inconsistencia en el uso de herramientas entre clases
DE-21	Inseguridad acerca de la efectividad del aprendizaje
DE-22	Dificultades con las evaluaciones virtuales

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.1.3. Mejoras Deseadas de los Profesores

La tabla de codificación para las mejoras deseadas de los profesores se puede encontrar en el Apéndice E. Tabla de Codificación de las Mejoras Deseadas por los Profesores. La Tabla 12 a continuación presenta la matriz de frecuencia para las mejoras deseadas de los docentes.

Tabla 12

Matriz de Frecuencia para Mejoras Mencionadas por los Profesores

ID	Mejora Mencionada	Descripción	Frecuencia
MP-1	Proctoring	Sistema de supervisión remota para garantizar la integridad durante evaluaciones virtuales.	9
MP-2	Aplicaciones de IA	Integración de herramientas de inteligencia artificial para mejorar la experiencia educativa.	6
MP-3	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades	Recursos más sofisticados para crear actividades interactivas y participativas.	6
MP-4	Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS)	Plataforma integral que centralice la gestión de cursos y recursos educativos.	6
MP-5	Herramienta de Diagramación	Herramientas especializadas para crear y editar diagramas en tiempo real.	5
MP-6	Verificación de Identidad	Herramienta robusta para confirmar la identidad de los participantes en actividades virtuales.	4
MP-7	Acompañamiento y Capacitación	Mayor soporte y formación para el uso efectivo de herramientas digitales.	4
MP-8	Robustez de las Evaluaciones	Mecanismos más confiables para evaluar el aprendizaje en línea.	4
MP-9	Monitoreo de Asistencia	Sistema más preciso para registrar y analizar la asistencia de estudiantes.	3
MP-10	Producción Audiovisual	Mejores herramientas para crear y editar contenido audiovisual educativo.	3
MP-11	Pizarras Colaborativas	Espacios digitales más avanzados para la colaboración visual en tiempo real.	3
MP-12	Integración de Plataformas	Mayor conexión y compatibilidad entre diferentes plataformas educativas.	2
MP-13	Más Funcionalidades en las Salas de Grupo	Capacidades expandidas para las salas de trabajo grupal virtual.	2
MP-14	Editor de Código Colaborativo	Plataforma especializada para programación colaborativa en tiempo real.	2
MP-15	Repositorio de Preguntas	Base de datos organizada de preguntas para evaluaciones. Alimentada por el profesor.	2
MP-16	Mejor Herramienta de Chat	Sistema de mensajería más eficiente y con mayores funcionalidades.	1
MP-17	Automatización de Reuniones Virtuales	Sistema para programar y gestionar reuniones virtuales de manera más eficiente.	1

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.1.4. Mejoras Deseadas de los Estudiantes

La Tabla 13 a continuación presenta las mejoras deseadas de los estudiantes. Estas fueron obtenidas de un análisis temático realizado a las respuestas abiertas de las encuestas. Estas respuestas se encuentran en el Apéndice F. Respuestas abiertas de los estudiantes encuestados. Además, la Tabla 14 muestra la lista de mejoras identificadas de las preguntas numéricas.

Tabla 13

Mejoras deseadas identificados para las respuestas abiertas de las encuestas

ID	Mejoras Deseadas
ME-1	Mejorar la capacitación de los profesores en herramientas y metodologías de enseñanza virtual.
ME-2	Implementar estrategias para aumentar la interactividad en las clases virtuales.
ME-3	Establecer políticas claras sobre la grabación y disponibilidad de las clases virtuales.
ME-4	Mejorar la infraestructura tecnológica para garantizar una conexión más estable y un mejor rendimiento del TEC Digital y GAAP.
ME-5	Crear protocolos flexibles para manejar problemas técnicos durante las evaluaciones virtuales.
ME-6	Adaptar los materiales didácticos y métodos de enseñanza específicamente para el entorno virtual.
ME-7	Desarrollar métodos de evaluación más adecuados para el entorno virtual, que reflejen el aprendizaje mejor que un ejercicio memorístico.
ME-8	Hacer más uso de espacios virtuales para la interacción social entre estudiantes para fomentar la conexión y el trabajo en equipo.
ME-9	Implementar pausas activas durante las clases largas para reducir la fatiga visual y mejorar la concentración.
ME-10	Guiar al estudiante acerca de cómo mejorar el entorno de estudio en casa.
ME-11	Mejores herramientas para cursos virtuales que requieren componentes prácticos significativos.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Tabla 14

Mejoras deseadas identificados para las respuestas numéricas de las encuestas

ID	Mejoras Deseadas
ME-12	Mejor estandarización e integración de las herramientas.
ME-13	Mejora en la comunicación e interacción entre el profesor y el estudiante.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.1.5. Funcionalidades Más Utilizadas por los Profesores

La tabla de codificación para las funcionalidades más utilizadas por los profesores se puede encontrar en el Apéndice D. Tabla de Codificación de las Funcionalidades de los Profesores

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3	Profesor 4	Profesor 5	Profesor 6	Profesor 7
Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia
Pantalla compartida	Audio y Video	Pantalla compartida	Pantalla compartida	Breakout rooms	Pantalla compartida	Breakout rooms
Breakout rooms	Pantalla compartida	Pizarras colaborativas	Grabaciones	Pizarras colaborativas	Breakout rooms	Pizarras colaborativas
Grabaciones	Breakout rooms	Videoconferencia	Breakout rooms	Pizarras colaborativas	Audio y Video	Encuestas
Chat	Actividades interactivas	Grabaciones	Pizarras colaborativas	Canales Individuales para Estudiantes	Pizarras colaborativas	-
Reacciones	Pizarras colaborativas	Breakout rooms	Breakout rooms	Evaluaciones Virtuales	-	-
Videoconferencia	Documentos Colaborativos	Pantalla compartida	-	Control de Plagio	-	-
Pizarras colaborativas	Chat	Chat	-	Control de Asistencia	-	-
Actividades interactivas	Gestión de archivos	Gestión de archivos	-	Pantalla compartida	-	-
-	Pizarras colaborativas	-	-	Pizarras colaborativas	-	-
-	-	-	-	Audio y Video	-	-
-	-	-	-	Control Remoto de la Pantalla	-	-
-	-	-	-	Reacciones	-	-
-	-	-	-	Gestión de la Sesión	-	-
-	-	-	-	Chat	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

. La Tabla 15 a continuación presenta la matriz de frecuencia para las funcionalidades más utilizadas por los docentes.

Tabla 15

Matriz de Frecuencia de Funcionalidades Mencionadas por los Profesores

ID	Funcionalidades Utilizadas	Descripción	Frecuencia
FP-1	Salas de Grupo	Espacios virtuales separados donde subgrupos de estudiantes pueden trabajar de forma independiente durante una sesión principal.	14
FP-2	Videoconferencia	Herramientas que permite la comunicación audiovisual en tiempo real entre participantes remotos.	14
FP-3	Pantalla compartida	Capacidad de mostrar el contenido de la pantalla de un participante a todos los demás.	13
FP-4	Pizarras colaborativas	Espacios digitales que permiten dibujar y escribir colaborativamente en tiempo real.	12
FP-5	Audio y Video	Control de las funciones de cámara y micrófono durante la sesión.	6
FP-6	Chat	Sistema de mensajería instantánea para comunicación escrita durante la sesión.	6
FP-7	Grabaciones	Función para capturar y almacenar las sesiones completas para revisión posterior.	5
FP-8	Actividades interactivas	Herramientas que permiten la participación dinámica de los estudiantes durante la clase.	5
FP-9	Gestión de Archivos	Sistema para organizar, subir y compartir documentos digitales.	5

FP-10	Evaluaciones Virtuales	Herramientas para realizar pruebas y exámenes en línea.	4
FP-11	Reacciones	Funciones para expresar respuestas rápidas no verbales durante la sesión.	4
FP-12	Encuestas	Herramientas para recopilar información y opiniones de los participantes.	4
FP-13	Control de Asistencia	Sistema para registrar y monitorear la participación de los estudiantes.	3
FP-14	Documentos Colaborativos	Herramientas que permiten la edición simultánea de documentos por múltiples usuarios.	3
FP-15	Control de Plagio	Sistema para detectar y prevenir el copiado no autorizado de contenido.	2
FP-16	Gestión de la Sesión	Controles para administrar los aspectos técnicos y logísticos de la clase virtual.	2
FP-17	Gestión de archivos	Capacidad de gestionar archivos y recursos digitales del curso en un portal accesible a los estudiantes.	2
FP-18	Comunicación Instantánea	Sistema de mensajería para comunicación inmediata entre participantes.	2
FP-19	Gestión de Notas	Herramientas para registrar y calcular calificaciones de los estudiantes.	2
FP-20	Fondo Virtual	Capacidad de cambiar o difuminar el fondo visible durante la videoconferencia.	2
FP-21	Canales Individuales para Estudiantes	Espacios privados de comunicación para interacción individual con y entre estudiantes.	1
FP-22	Control Remoto de la Pantalla	Capacidad de tomar el control del ordenador de otro participante con su permiso.	1
FP-23	Foros	Espacios de discusión asíncrona para debates y consultas.	1
FP-24	Mensajes Masivos a las Salas de Grupo	Capacidad de enviar comunicaciones simultáneas a todos los grupos de trabajo.	1
FP-25	Marcador Virtual	Herramienta para señalar y destacar elementos en la pantalla durante presentaciones.	1
FP-26	Planificación de Cursos	Herramientas para organizar y estructurar el contenido y actividades del curso.	1
FP-27	Transcripción de Grabación	Sistema que convierte el audio de las grabaciones en texto escrito.	1
FP-28	Sala de Espera	Área virtual donde los participantes esperan antes de ser admitidos a la sesión.	1

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.2. Definición de Criterios

Se analizaron las entrevistas con el Departamento de Orientación y Psicología, el Centro de Desarrollo Académico y la dirección de ATI, con el fin de identificar sus criterios respecto a la

solución tecnológica. Algunos criterios fueron mencionados explícitamente, mientras que otros fueron obtenidos después de un análisis temático.

4.2.2.1. Criterios del DOP

En la Tabla 16 a continuación se enlistan los criterios aportados por el Departamento de Orientación y Psicología:

Tabla 16

Lista de Criterios del DOP

ID	Criterio DOP
C-DOP-1	Las herramientas deben fomentar el desarrollo del aprendizaje autónomo, permitiendo a los estudiantes aprender a aprender.
C-DOP-2	Las herramientas deben apoyar el desarrollo de competencias como liderazgo, trabajo en equipo y comunicación efectiva.
C-DOP-3	Deben integrar un enfoque práctico, facilitando la adquisición de habilidades para la vida real, y deben promover una formación integral, no solo técnica.
C-DOP-4	Deben fomentar la colaboración y la comunicación entre estudiantes, promoviendo la resolución de conflictos y el trabajo en equipo.
C-DOP-5	Las herramientas deben facilitar la creación de redes de apoyo entre los estudiantes, mediante subgrupos, salas de interacción, y otros mecanismos.
C-DOP-6	Deben incluir mecanismos que obliguen o motiven a los estudiantes a interactuar y participar activamente, para contrarrestar el aislamiento en entornos virtuales.
C-DOP-7	Las herramientas deben funcionar en entornos híbridos o virtuales, facilitando tanto la enseñanza a distancia como en la presencialidad.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.2.2. Criterios del CEDA

En la Tabla 17 a continuación, se enlistan los criterios aportados por el Centro de Desarrollo Académico:

Tabla 17

Lista de Criterios del CEDA

ID del Criterio	Criterio CEDA
C-CED-1	Deben tener una curva de aprendizaje baja, de fácil implementación y rápida puesta en marcha.
C-CED-2	Las herramientas deben ser seleccionadas de acuerdo con la naturaleza de la disciplina, siendo diferentes para ingenierías y otras áreas del conocimiento.
C-CED-3	Las herramientas deben permitir evaluaciones justas y objetivas, utilizando rúbricas o sistemas que minimicen la subjetividad en la evaluación.
C-CED-4	Deben facilitar la planificación didáctica, permitiendo a los profesores estructurar actividades, enlaces y evaluaciones de forma clara.
C-CED-5	Las herramientas deben ser accesibles para los dispositivos de los estudiantes. Deben ser compatibles con los sistemas operativos móviles y de escritorio más populares.

C-CED-6	Deben permitir la innovación, como el uso de simulaciones o juegos para el aprendizaje, evitando la monotonía de clases magistrales tradicionales.
C-CED-7	Deben apoyar evaluaciones auténticas, que reflejen la realidad profesional y los desafíos que enfrentarán los estudiantes en el mundo laboral.
C-CED-8	Herramientas de proctoring o monitoreo deben usarse de forma equilibrada, evitando generar ansiedad en los estudiantes o ser intrusivas.
C-CED-9	Las herramientas deben tener interfaces de usuario accesibles, intuitivas y fáciles de recorrer.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.2.3. Criterios de la Dirección de ATI

En la Tabla 18 a continuación, se enlistan los criterios aportados por la dirección de ATI.

Tabla 18

Lista de Criterios de la Dirección de ATI

ID del Criterio	Criterio Dirección de ATI
C-DIR-1	Las herramientas deben en lo posible permitir a los profesores apegarse al modelo pedagógico del TEC.
C-DIR-2	Se deben priorizar las herramientas que sean gratuitas o de código abierto.
C-DIR-3	Se deben priorizar las herramientas a las que el TEC ya ofrece acceso.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

La directora de ATI pidió durante su entrevista la inclusión de una herramienta de proctoring en la solución propuesta en la presente investigación. Esto no se redactó como requerimiento, pero se tomó en cuenta para la siguiente fase de ingeniería de requerimientos de la solución.

4.2.3. Ingeniería de Requerimientos de la Solución

Para llevar a cabo la ingeniería de requerimientos de la solución, se utilizó la metodología descrita por Karl Wiegers y Joy Beatty en su libro *Software Requierments* y publicado por Microsoft Press [57].

La presente investigación no consiste en un proyecto de desarrollo, y tampoco implica la gestión del ciclo de vida completo de los requerimientos. Por lo tanto, algunas prácticas y

actividades de la metodología planteada por Wiegers y Beatty fueron ajustadas o retiradas del proceso. Esta decisión se tomó de acuerdo con la recomendación de Néstor Morales, profesor del curso de Ingeniería de Requerimientos (Comunicación personal, 2024). Se adaptaron específicamente los primeros cuatro pasos según las buenas prácticas descritas en el libro. La Figura 5 muestra los cuatro pasos utilizados de la metodología.

Elicitation	Analysis	Specification	Validation
■ Define vision and scope ■ Identify user classes ■ Select product champions ■ Conduct focus groups ■ Identify user requirements ■ Identify system events and responses ■ Hold elicitation interviews ■ Hold facilitated elicitation workshops ■ Observe users performing their jobs ■ Distribute questionnaires ■ Perform document analysis ■ Examine problem reports ■ Reuse existing requirements	■ Model the application environment ■ Create prototypes ■ Analyze feasibility ■ Prioritize requirements ■ Create a data dictionary ■ Model the requirements ■ Analyze interfaces ■ Allocate requirements to subsystems	■ Adopt requirement document templates ■ Identify requirement origins ■ Uniquely label each requirement ■ Record business rules ■ Specify nonfunctional requirements	■ Review the requirements ■ Test the requirements ■ Define acceptance criteria ■ Simulate the requirements

Figura 5 Buenas Prácticas de la Ingeniería de Requerimientos
Fuente: Karl Wiegers y Joy Beatty (2013)

En la Tabla 19 se desglosa el proceso de ingeniería de requerimientos ajustado que fue llevado a cabo en la investigación:

Tabla 19
Proceso de Ingeniería de Requerimientos Ajustado

Paso 1. Elicitación	Paso 2. Análisis	Paso 3. Especificación	Paso 4. Validación
Definir la visión y el alcance	Priorizar los Requerimientos	Adoptar una plantilla estandarizada para los requerimientos	Revisar los requerimientos
Identificar las clases de usuarios	Distribuir requerimientos en categorías	Asignar un identificador único a cada requerimiento	Definir criterios de aceptación
Llevar a cabo encuestas con los usuarios		Especificar requerimientos no funcionales	
Distribuir Cuestionarios			
Identificar los requerimientos de los usuarios			

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.3.1. Paso 1. Elicitación

La elicitación de requerimientos pretende entender al usuario e identificar las expectativas que tienen del sistema. Los resultados de las actividades realizadas para este paso de la ingeniería de requerimientos fueron los siguientes:

1. Definir la visión y el alcance

Visión

Se busca mejorar la calidad, accesibilidad y estandarización de las clases virtuales en la Escuela de Administración de Tecnologías de Información del Tecnológico de Costa Rica. Se busca integrar herramientas tecnológicas ya existentes o desarrollar soluciones internas, con el fin de optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en línea, asegurando que la educación virtual esté a la par con la modalidad presencial en términos de interacción, evaluación y resultados pedagógicos.

El esfuerzo debe responder a las necesidades y desafíos experimentados por los profesores y estudiantes de ATI, identificados a través de entrevistas y análisis de criterios académicos. Además, debe respetar los principios pedagógicos establecidos por el Departamento de Orientación y Psicología y el Centro de Desarrollo Académico del TEC, así como las limitaciones y criterios de la dirección de la Escuela de ATI.

Alcance

El alcance de esta ingeniería de requerimientos se delimita a la formulación de una solución tecnológica que resuelva los problemas detectados en las clases virtuales de la escuela de ATI. Esta solución puede ser una combinación de herramientas externas ya utilizadas (Moodle, Zoom, Teams) y desarrollos internos específicos que atiendan necesidades no cubiertas por las plataformas externas.

Límites del alcance

El proyecto no implica la implementación de las plataformas tecnológicas propuestas en la institución, sino la formulación de una propuesta de mejora conceptual. Además, el enfoque se limita a la mejora de la experiencia virtual para los cursos impartidos en la escuela de ATI del TEC, dado que es la población investigada.

Factores clave dentro del alcance

- Integración fluida entre las plataformas tecnológicas seleccionadas.
- Personalización de las herramientas en función de las necesidades pedagógicas y tecnológicas de los cursos de ATI.
- Soporte suficiente para los docentes en el uso de las herramientas.
- Evaluación de la viabilidad de un desarrollo interno para funcionalidades específicas no cubiertas por herramientas externas.

Estos factores se tomarán en cuenta para las actividades siguientes de la ingeniería de requerimientos.

2. Identificar las clases de usuarios

La identificación de las clases de usuarios busca separar y distinguir cuáles son las características y necesidades particulares de cada uno de los grupos de usuarios. Para esta investigación, las dos clases de usuarios con los profesores y los estudiantes.

Profesores

Los profesores de ATI son los encargados de la planificación, ejecución y evaluación de los cursos que, en la modalidad virtual, requieren el uso de diversas herramientas tecnológicas. A través de las entrevistas realizadas, se identificaron varios dolores críticos y necesidades que experimentan al impartir clases de forma remota. Estas incluyen dificultades para monitorear el rendimiento de los estudiantes, falta de interactividad, y la percepción de que las herramientas actuales no son adecuadas para los objetivos pedagógicos de algunos cursos teóricos y técnicos, entre otros.

Principales características

- Necesidad de flexibilidad pedagógica

Los profesores buscan herramientas que les permitan implementar una variedad de enfoques pedagógicos, como clases sincrónicas (a través de videoconferencias), actividades asincrónicas (foros, tareas, videos pregrabados), y evaluaciones que reflejen el aprendizaje real de los estudiantes.

- Interacción con los estudiantes

La posibilidad de interactuar de manera fluida con los estudiantes, tanto en tiempo real como en actividades asincrónicas, es fundamental. Los profesores quieren tener un control adecuado sobre las clases, foros y espacios de discusión, mientras reciben retroalimentación sobre el rendimiento de sus estudiantes.

- Seguimiento y evaluación

Necesitan herramientas que les permitan realizar evaluaciones continuas, justas y confiables. Quieren ofrecer retroalimentación oportuna, y evitar la trampa en exámenes o tareas.

- Integración con herramientas existentes

Muchos profesores ya están familiarizados con plataformas como Moodle, Zoom y Teams, por lo que cualquier herramienta adicional o nueva funcionalidad debe integrarse fácilmente con estas plataformas, reduciendo la curva de aprendizaje.

Expectativas

- Videoconferencias interactivas

Los profesores esperan contar con plataformas de videoconferencia que mejoren la interactividad con los estudiantes. Las funcionalidades como las salas de grupo, que se usan ampliamente para fomentar la participación en grupos pequeños, y las pizarras colaborativas, son esenciales para mantener la participación activa de los estudiantes. Herramientas como Jamboard fueron mencionadas por varios profesores, pero han tenido limitaciones o han sido descontinuadas, por lo que se espera que las nuevas soluciones integren funcionalidades similares o mejoradas.

- Proctoring para las evaluaciones

Una de las preocupaciones recurrentes en los profesores es el fraude académico en evaluaciones virtuales. Los profesores mencionan la necesidad de un sistema de proctoring que sea efectivo para vigilar la realización de las evaluaciones virtuales y que actúe como un agente disuasorio contra el fraude.

- Evaluaciones colaborativas y automatización de la retroalimentación

Algunos profesores desean herramientas que permitan evaluaciones en parejas o grupales y que faciliten la colaboración de los estudiantes en tiempo real. Además, se valora la posibilidad de usar inteligencia artificial para ofrecer retroalimentación inmediata tras las evaluaciones.

- Recursos asincrónicos y grabaciones

Una parte fundamental de la accesibilidad es la posibilidad de que los estudiantes accedan a clases grabadas y otros materiales de forma asincrónica, lo que les permite mitigar el impacto de fallos técnicos. Esto es particularmente importante para estudiantes que no pueden asistir a las clases en vivo por problemas mayores. Ofrece también la posibilidad de poner recursos y clases asincrónicas a disposición de los estudiantes para que revisen a su propio ritmo.

- Monitoreo y automatización de la participación

Se desean herramientas que automaticen tareas administrativas como la toma de asistencia y que permitan monitorear la participación en las salas de grupo sin que el profesor tenga que desplazarse manualmente a cada una.

- Materiales interactivos y dinámicos

Múltiples profesores desean incorporar actividades dinámicas en sus clases con actividades que les permitan gamificar el proceso de enseñanza y apegarse al modelo pedagógico de la institución. También esperan poder crear recursos reutilizables, como bancos de preguntas, juegos y presentaciones interactivas que puedan emplear a lo largo de diferentes cursos.

- Colaboración en tiempo real

Para cursos de programación y desarrollo de software, los profesores comentaron los posibles beneficios de un editor de código colaborativo. Una herramienta similar a Google Docs pero optimizado para el desarrollo de código permitiría al docente y a los estudiantes trabajar en proyectos conjuntos de manera eficiente.

Estudiantes

Los estudiantes de la Escuela de ATI son el grupo central que interactúa con las herramientas tecnológicas durante sus clases virtuales. A través del análisis de los problemas detectados en las entrevistas y documentos, se identificaron varios problemas comunes que los estudiantes enfrentan, como la sobrecarga académica, la falta de interacción con los profesores y compañeros, y las dificultades para acceder a tecnologías adecuadas.

Principales características

- Acceso desigual a la tecnología

Algunos estudiantes tienen acceso limitado a dispositivos adecuados y a una conexión a internet de calidad, lo que impacta su capacidad para participar de manera efectiva en las clases sincrónicas y actividades colaborativas.

- Preferencia por la flexibilidad

Los estudiantes valoran la posibilidad de acceder a clases grabadas, revisar materiales de manera asincrónica, y organizar su tiempo de estudio en función de sus otras responsabilidades (trabajo, familia, etc.).

- Interacción y retroalimentación

Los estudiantes desean recibir retroalimentación rápida y clara sobre su rendimiento, y requieren espacios donde puedan interactuar con sus compañeros y con los profesores de manera efectiva, ya sea a través de foros, videollamadas, o chats.

- Motivación y compromiso

La virtualidad ha impactado la motivación de los estudiantes, por lo que herramientas que ofrezcan un entorno más dinámico e interactivo pueden aumentar su compromiso con los cursos.

Expectativas

- Acceso a contenido asincrónico y participación activa

Los estudiantes valoran una plataforma que les permita acceder a clases grabadas y materiales de estudio a su propio ritmo, además de participar activamente en discusiones y actividades colaborativas con sus compañeros. Herramientas con una interfaz intuitiva y de fácil acceso.

- Interfaz intuitiva y accesible

Esperan herramientas tecnológicas que sean de fácil uso, con una interfaz intuitiva que no requiera mucho esfuerzo de adaptación, facilitando el enfoque en el aprendizaje. Evaluaciones justas y transparentes, con una retroalimentación clara y oportuna.

- Interacciones dinámicas y colaborativas

Los estudiantes desean una experiencia de aprendizaje en la que puedan interactuar más de cerca y de forma dinámica tanto con los profesores como con sus compañeros, promoviendo un ambiente de colaboración.

- Evaluaciones justas y retroalimentación oportuna

Consideran fundamental contar con evaluaciones que reflejen de manera justa su desempeño y que vengan acompañadas de retroalimentación clara y en tiempos adecuados, para poder mejorar su aprendizaje de forma continua.

- Mejor integración de plataformas

Los estudiantes expresaron frustración por tener que alternar entre varias plataformas para realizar sus actividades diarias (Zoom, Teams, TEC Digital). Esperan una solución que integre todas las herramientas que utilizan, permitiéndoles gestionar todo desde un solo punto de acceso o al menos con una sensación de mayor integración en comparación a la situación actual.

3. Llevar a cabo entrevistas con los usuarios

Las entrevistas con los usuarios de la fase uno sirvieron como insumo para esta actividad. En ellas se recolectó información acerca de los flujos de trabajo que los profesores utilizan en sus clases, sus metodologías de trabajo, las funcionalidades que más usan, las mejoras que han hecho a sus clases, entre otros aspectos. La entrevista se encuentra en el apartado 3.7.1 de este documento.

4. Distribuir Cuestionarios

Las encuestas aplicadas a los estudiantes durante la fase uno permitieron comprender problemas y mejoras deseadas de esta población. Esta información se utilizó para redactar requerimientos que abarcaran también las necesidades de los estudiantes. La encuesta se encuentra en el apartado 3.7.2 de este documento.

5. Identificar los requerimientos de los usuarios

La Tabla 20 lista los requerimientos de la solución tecnológica elicitados de ambas poblaciones estudiadas.

Tabla 20

Redacción de Requerimientos de la Solución

Requerimientos Identificados

La solución debe permitir al profesor identificar cuando un estudiante levanta la mano y reacciona durante la videoconferencia, y cuál es el estudiante que lo hizo.
La solución debe permitir al profesor utilizar una rúbrica como retroalimentación tras una evaluación.
La solución debe permitir a los estudiantes realizar anotaciones, dibujos a mano alzada, y editar contenido que ellos realizaron.
El sistema de proctoring de la solución debe tener la capacidad de bloquear el acceso a internet y aplicaciones no permitidas.
La solución debe almacenar automáticamente las grabaciones en un repositorio accesible para el profesor.
La solución debe permitir al profesor crear y gestionar actividades lúdicas interactivas sincrónicas y asincrónicas.
El sistema de proctoring de la solución debe reportar al profesor cualquier conducta sospechosa después de realizada la prueba.
La videoconferencia de la solución debe permitir a los estudiantes hacer preguntas textuales de forma anónima durante la videoconferencia.
La solución debe permitir que los espectadores soliciten tomar el control cuando alguien está compartiendo la pantalla.
La videoconferencia de la solución debe permitir al profesor monitorear la actividad en todas las salas de grupo en tiempo real mediante una vista centralizada.
La solución debe permitir al profesor asignar automáticamente los estudiantes a las diferentes salas de grupo.
La solución debe permitir al profesor compartir las grabaciones de las clases con los estudiantes (conceder y revocar el acceso a estas).
La solución de videoconferencia debe permitir al profesor finalizar la sesión para todos los participantes.
La solución debe permitir al profesor iniciar videoconferencias para impartir clases sincrónicas.
La solución debe integrar un asistente virtual basado en inteligencia artificial generativa que permita a los profesores revisar preguntas abiertas en evaluaciones.
La solución debe proporcionar la transcripción automática de las clases grabadas.
La solución debe permitir al profesor bloquear el acceso a las evaluaciones fuera del horario establecido.
La solución debe permitir a los profesores crear recursos lúdicos personalizados.
La solución de videoconferencia debe permitir al profesor activar y desactivar su propio micrófono.
La videoconferencia de la solución debe contar con un sistema de notificación visual o auditiva para nuevos mensajes del chat.
La solución debe permitir al profesor subir recursos multimedia y archivos a un espacio accesible a todos los estudiantes.
La pizarra virtual de la solución debe permitir que los estudiantes realicen cambios simultáneamente.
La solución debe permitir al profesor gestionar las videoconferencias agendadas.

La solución debe permitir que los estudiantes publiquen y respondan a otras publicaciones dentro de un foro.
La videoconferencia de la solución debe permitir al presentador anotar y marcar elementos mientras comparte la pantalla.
La solución debe permitir a los estudiantes colaborar en tiempo real utilizando documentos compartidos.
El sistema de proctoring de la solución debe permitir al profesor revisar los reportes de proctoring después de la evaluación.
La videoconferencia de la solución debe permitir a los anfitriones de la sesión admitir y denegar el acceso a la sesión a las personas que se encuentran en la sala de espera virtual.
La solución debe permitir a los participantes acceder a un chat integrado durante las videoconferencias.
La solución debe ofrecer un espacio de programación colaborativa simultánea.
La solución debe permitir al profesor realizar encuestas durante las clases sincrónicas.
La solución debe permitir al profesor subir un archivo como retroalimentación tras una evaluación.
La solución debe permitir al profesor activar un sistema de proctoring durante las evaluaciones sincrónicas.
La solución debe permitir al profesor crear grupos de estudiantes para evaluaciones manualmente.
La videoconferencia de la solución debe permitir a los participantes difuminar su entorno y hacer uso de fondos virtuales.
La solución de videoconferencia debe permitir al profesor grabar la sesión.
La videoconferencia de la solución debe permitir a los anfitriones de la sesión activar una sala de espera virtual.
La solución de videoconferencia debe permitir al profesor compartir pantalla durante la sesión.
La solución debe permitir al profesor crear salas de grupo para dividir el grupo dentro de la videoconferencia.
La solución debe permitir al profesor visualizar un reporte de asistencia a clases.
La solución debe permitir al profesor monitorear la asistencia de los estudiantes a través de un sistema automatizado de registro que identifique la presencia del estudiante en las videoconferencias sincrónicas.
La solución de videoconferencia debe permitir al profesor desactivar el micrófono de alguien más en la reunión.
La solución debe permitir al profesor crear evaluaciones grupales así como individuales.
La solución debe permitirle al profesor crear foros donde los estudiantes puedan participar.
La solución debe permitir al profesor configurar evaluaciones con preguntas aleatorias seleccionadas de un banco de preguntas, para cada estudiante.
El sistema de proctoring de la solución debe monitorear el comportamiento del estudiante durante la evaluación sincrónica.
La solución debe permitir al profesor crear y modificar rúbricas de evaluación.
La solución debe permitir al profesor asignar manualmente a los estudiantes a las diferentes salas de grupo.

El sistema de proctoring de la solución debe tener la capacidad de registrar capturas de pantalla, video de la cámara web, tráfico de red y aplicaciones del ordenador.
La solución debe permitir a los profesores gestionar las notas de los estudiantes.
La solución debe permitir al sistema generar retroalimentación automatizada inmediatamente después de que el estudiante complete una evaluación. Esto es, mostrar respuestas correctas e incorrectas.
El sistema de proctoring de la solución debe permitir al profesor validar la identidad de la persona que realizó la evaluación.
La solución debe permitir al profesor organizar el curso por módulos, semanas o temas de curso.
El asistente de IA de la solución debe tener la capacidad de generar preguntas y casos para evaluaciones.
La solución debe permitir al profesor agendar videoconferencias con anticipación.
La solución debe permitir al profesor hacer uso de una pizarra colaborativa.
La solución debe permitir al profesor unirse a las salas de grupo creadas.
La solución debe permitir a los estudiantes y al profesor realizar diagramación de forma colaborativa simultánea.
La solución debe permitir al profesor reutilizar los objetos, recursos y actividades lúdicas que creó.
La solución debe permitir a los estudiantes acceder a las grabaciones a través del método utilizado por el profesor para conceder el acceso.
La solución debe permitir al profesor asignar fechas y horas de inicio y finalización para las evaluaciones.
La solución debe permitir al profesor crear grupos de estudiantes para evaluaciones aleatoriamente.
El reporte de participación de la solución debe incluir para cada estudiante: la hora de acceso y abandono de la sesión, así como el tiempo total dentro de la sesión.
La videoconferencia de la solución debe permitir al profesor comunicarse simultáneamente con todas las salas de grupo sin necesidad de ingresar a cada sala.
La solución debe permitir al profesor crear evaluaciones sincrónicas.
La solución debe permitir a los usuarios utilizar lectores de pantalla para interactuar con las herramientas.
La solución debe estar disponible en español, inglés, o ambos idiomas.
La solución debe tener un diseño responsivo que se adapte automáticamente a las dimensiones de la pantalla del dispositivo desde el que se acceda.
La solución debe cumplir con normativas de protección de datos, como GDPR, CCPA o FERPA, y estándares de seguridad como ISO 27001.

Fuente: Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.3.2. Paso 2. Análisis

El paso de análisis implica refinar los requerimientos y examinarlos en busca de errores, omisiones y otras deficiencias. El análisis incluye descomponer los requisitos de alto nivel en niveles de detalle apropiados, priorizarlos y agruparlos en conjuntos semánticos. Las actividades realizadas

1. Priorizar los Requerimientos

La priorización de los requerimientos se realizó utilizando la técnica MoSCoW. Las definiciones se establecieron de la siguiente manera:

- Must Have

La solución tecnológica debe cumplir con este requerimiento. De no ser así, se debe encontrar una alternativa que lo satisfaga. Estos requerimientos son indispensables para la herramienta y representan necesidades no negociables.

- Should Have

La solución tecnológica debería cumplir con este requerimiento, pero no es indispensable que lo haga. Estos requerimientos son deseables y serían razón contundente para escoger una herramienta sobre otra.

- Could Have

La solución tecnológica se beneficiaría de cumplir con estos requerimientos. Su incumplimiento tiene un impacto leve, y por sí mismos no representan una razón contundente para preferir una herramienta sobre otra. Sin embargo, aportan al valor de las herramientas que los satisfagan.

- Would Have

No se espera que la solución tecnológica cumpla con estos requerimientos. Su incumplimiento es de impacto menor, y por sí mismos no representan una razón para preferir una herramienta sobre otra. Sin embargo, aportan al valor de las herramientas que los satisfagan.

Para la priorización se tomaron en cuenta tres factores principales: la frecuencia de mención de las funcionalidades, dolores críticos y mejoras deseadas, los Criterios del DOP, CEDA y la dirección de ATI, y el impacto y valor basado en las necesidades identificadas y el valor de los requerimientos para los interesados.

2. Distribuir requerimientos en categorías

Se identificaron siete categorías para clasificar los requerimientos elicitados:

- Requerimientos Relacionados con la Videoconferencia
- Requerimientos Relacionados con la Colaboración
- Requerimientos Relacionados con la Seguridad
- Requerimientos Relacionados con la Gestión del Curso y Evaluaciones
- Requerimientos Relacionados con las Evaluaciones
- Requerimientos Relacionados con el Proctoring

- Requerimientos Relacionados con Interactividad y Gamificación
- Requerimientos Relacionados con Inteligencia Artificial

4.2.3.3. Paso 3. Especificación

El objetivo principal de la especificación de requerimientos es documentar los requerimientos de distintos tipos de manera consistente, accesible y fácil de revisar. Esto con el fin de facilitar la comprensión para todas las partes interesadas.

1. Adoptar una plantilla estandarizada para los requerimientos

Para este proyecto se utilizó la siguiente plantilla de requerimientos:

[Identificador Único] [Nombre] [Descripción del Requerimiento] [Priorización]

Todos los requerimientos identificados anteriormente fueron redactados siguiendo esa plantilla.

2. Asignar un identificador único a cada requerimiento

Cada requerimiento fue asignado a un identificador único que permitiera la trazabilidad en etapas futuras de la investigación. Los requerimientos funcionales llevan un identificador RF, y los no funcionales un identificador RNF.

3. Especificar requerimientos no funcionales

Se analizaron los datos de los profesores y estudiantes, así como los criterios del DOP, CEDA y la dirección de ATI. Se identificaron ocho requerimientos no funcionales. Estos fueron redactados como de acuerdo con la plantilla anterior y se asignaron a un identificador RNF.

Los resultados de los primeros tres pasos de la ingeniería de requerimientos se pueden encontrar en la Tabla 21 a continuación.

Tabla 21

Especificación de Requerimientos Final

Requerimientos Funcionales			
ID	Nombre	Descripción	Priorización
Requerimientos Relacionados con la Videoconferencia			
RF-01	Inicio de videoconferencias.	La solución debe permitir al profesor iniciar videoconferencias para impartir clases sincrónicas.	Must Have

RF-02	Agendar videoconferencias.	La solución debe permitir al profesor agendar videoconferencias con anticipación para gestionar su calendario.	Must Have
RF-03	Gestión de videoconferencias agendadas.	La solución debe permitir al profesor gestionar las videoconferencias agendadas para mantener control sobre su programación.	Must Have
RF-04	Control de micrófono personal.	La solución debe permitir al profesor activar y desactivar su propio micrófono durante la videoconferencia para gestionar su participación auditiva.	Must Have
RF-05	Control de micrófono de participantes.	La solución debe permitir al profesor desactivar el micrófono de otros participantes para mantener el orden durante la sesión.	Must Have
RF-06	Finalización de sesiones.	La solución debe permitir al profesor finalizar la sesión para todos los participantes al concluir la clase.	Must Have
RF-07	Compartir pantalla.	La solución debe permitir al profesor compartir su pantalla durante la sesión para mostrar contenido.	Must Have
RF-08	Grabación de sesiones.	La solución debe permitir al profesor grabar las sesiones para que los estudiantes puedan revisarlas posteriormente.	Must Have
RF-09	Almacenamiento automático de grabaciones.	La solución debe almacenar automáticamente las grabaciones en un repositorio accesible para facilitar su gestión.	Must Have
RF-10	Compartir grabaciones.	La solución debe permitir al profesor compartir las grabaciones con los estudiantes para que puedan acceder a ellas fácilmente.	Must Have
RF-11	Salas de grupo.	La solución debe permitir al profesor crear salas de grupo para fomentar el trabajo colaborativo.	Must Have
RF-12	Asignación manual a salas.	La solución debe permitir al profesor asignar manualmente a los estudiantes a diferentes salas de grupo para crear equipos específicos.	Must Have

RF-13	Asignación automática a salas.	La solución debe permitir al profesor asignar automáticamente a los estudiantes a salas de grupo para agilizar la formación de equipos.	Must Have
RF-14	Supervisión de salas de grupo.	La solución debe permitir al profesor unirse a las salas de grupo creadas para supervisar el trabajo de los estudiantes.	Must Have
RF-15	Acceso a grabaciones.	La solución debe permitir a los estudiantes acceder a las grabaciones a través del método proporcionado por el profesor.	Must Have
RF-16	Monitoreo automático de asistencia.	La solución debe monitorear la asistencia de los estudiantes automáticamente para llevar un registro preciso de participación.	Should Have
RF-17	Reporte de asistencia.	La solución debe generar un reporte de asistencia que permita al profesor dar seguimiento a la participación de los estudiantes.	Should Have
RF-18	Detalle de reporte de asistencia.	El reporte de asistencia debe incluir la hora de acceso, abandono y el tiempo total de sesión por estudiante.	Could Have
RF-19	Identificación de reacciones.	La solución debe permitir al profesor identificar cuándo un estudiante levanta la mano o reacciona durante la videoconferencia.	Must Have
RF-20	Chat integrado.	La solución debe permitir a los participantes acceder a un chat integrado durante las videoconferencias para comunicarse por texto.	Must Have
RF-21	Notificaciones de chat.	La solución debe notificar a los participantes de nuevos mensajes en el chat mediante alertas visuales o auditivas.	Must Have
RF-22	Preguntas anónimas.	La solución debe permitir a los estudiantes enviar preguntas textuales de forma anónima durante la videoconferencia.	Should Have
RF-23	Monitoreo de actividad en salas.	La solución debe permitir al profesor monitorear la actividad en todas las salas de grupo en tiempo real.	Would Have

RF-24	Comunicación centralizada en salas.	La solución debe permitir al profesor comunicarse simultáneamente con todas las salas de grupo desde una vista centralizada.	Must Have
RF-25	Transcripción automática.	La solución debe generar transcripciones automáticas de las clases grabadas para facilitar la revisión de contenido.	Should Have
RF-26	Difuminar entorno y fondos virtuales.	La solución debe permitir a los participantes difuminar su entorno y usar fondos virtuales para proteger su privacidad.	Should Have
RF-27	Solicitud de control al compartir pantalla.	La solución debe permitir a los participantes solicitar el control al compartir pantalla para realizar demostraciones.	Could Have
RF-28	Anotaciones en pantalla compartida.	La solución debe permitir a los presentadores anotar y marcar elementos mientras comparten pantalla.	Could Have
Requerimientos Relacionados con la Colaboración			
RF-29	Pizarra colaborativa.	La solución debe incluir una pizarra colaborativa para facilitar explicaciones visuales.	Must Have
RF-30	Colaboración en pizarra.	La solución debe permitir a los estudiantes colaborar simultáneamente en la pizarra virtual.	Must Have
RF-31	Anotaciones en pizarra.	La solución debe permitir a los estudiantes realizar anotaciones, dibujos y ediciones en la pizarra.	Must Have
RF-32	Documentos colaborativos.	La solución debe permitir la colaboración en tiempo real en documentos compartidos.	Must Have
RF-33	Diagramación colaborativa.	La solución debe soportar la diagramación colaborativa simultánea.	Should Have
RF-34	Programación colaborativa.	La solución debe incluir un espacio para programación colaborativa simultánea.	Could Have
RF-35	Foros de discusión.	La solución debe permitir al profesor crear foros de discusión asincrónica.	Could Have

RF-36	Participación en foros.	La solución debe permitir a los estudiantes publicar y responder en los foros.	Could Have
Requerimientos Relacionados con la Seguridad			
RF-37	Sala de espera virtual.	La solución debe permitir al anfitrión de la sesión activar una sala de espera virtual para controlar el acceso.	Must Have
RF-38	Gestión de acceso en sala de espera.	La solución debe permitir al anfitrión admitir o denegar participantes desde la sala de espera virtual.	Must Have
Requerimientos Relacionados con la Gestión del Curso y Evaluaciones			
RF-39	Subir recursos multimedia.	La solución debe permitir al profesor subir recursos multimedia y archivos para compartirlos con los estudiantes.	Must Have
RF-40	Organización del curso.	La solución debe permitir al profesor organizar el curso por módulos, semanas o temas.	Must Have
RF-41	Gestión de calificaciones.	La solución debe permitir al profesor gestionar las calificaciones de los estudiantes.	Must Have
Requerimientos Relacionados con las Evaluaciones			
RF-42	Evaluaciones sincrónicas.	La solución debe permitir al profesor crear evaluaciones sincrónicas para medir el aprendizaje.	Must Have
RF-43	Configuración temporal de evaluaciones.	La solución debe permitir al profesor establecer fechas de inicio y finalización para las evaluaciones.	Must Have
RF-44	Bloqueo fuera de horario de evaluaciones.	La solución debe bloquear el acceso a evaluaciones fuera del horario establecido.	Must Have
RF-45	Evaluaciones grupales e individuales.	La solución debe permitir al profesor crear evaluaciones grupales e individuales.	Must Have
RF-46	Formación aleatoria de grupos.	La solución debe permitir la formación aleatoria de grupos de estudiantes para evaluaciones.	Must Have

RF-47	Formación manual de grupos.	La solución debe permitir al profesor formar manualmente grupos de estudiantes para evaluaciones.	Must Have
RF-48	Retroalimentación automática.	La solución debe proporcionar retroalimentación automatizada inmediata tras una evaluación.	Must Have
RF-49	Subir retroalimentación.	La solución debe permitir al profesor subir archivos como retroalimentación tras una evaluación.	Must Have
RF-50	Uso de rúbricas en retroalimentación.	La solución debe permitir al profesor usar rúbricas para retroalimentación en evaluaciones.	Must Have
RF-51	Creación de rúbricas.	La solución debe permitir al profesor crear y modificar rúbricas de evaluación.	Must Have
RF-52	Preguntas aleatorias en evaluaciones.	La solución debe configurar evaluaciones con preguntas aleatorias de un banco.	Must Have
Requerimientos Relacionados con el Proctoring			
RF-53	Activación de proctoring.	La solución debe activar un sistema de proctoring durante evaluaciones sincrónicas.	Must Have
RF-54	Validación de identidad en proctoring.	El sistema de proctoring debe validar la identidad de los estudiantes durante las evaluaciones.	Should Have
RF-55	Monitoreo en proctoring.	El sistema de proctoring debe monitorear el comportamiento del estudiante durante la evaluación.	Must Have
RF-56	Reporte de conductas en proctoring.	El sistema de proctoring debe generar reportes de conductas sospechosas tras las evaluaciones.	Should Have
RF-57	Revisión de reportes de proctoring.	El sistema de proctoring debe ofrecer la capacidad de revisar los reportes de proctoring después de la evaluación.	Must Have
RF-58	Registro de sesión en proctoring.	El sistema de proctoring debe registrar capturas de pantalla, videos y tráfico de red durante las evaluaciones.	Must Have

RF-59	Bloqueo de aplicaciones y red.	El sistema de proctoring debe bloquear el acceso a internet y aplicaciones no permitidas.	Should Have
Requerimientos Relacionados con Interactividad y Gamificación			
RF-60	Encuestas sincrónicas.	La solución debe permitir al profesor realizar encuestas durante las clases.	Must Have
RF-61	Actividades lúdicas interactivas.	La solución debe incluir actividades lúdicas interactivas para dinamizar las clases.	Must Have
RF-62	Recursos lúdicos personalizados.	La solución debe permitir al profesor crear recursos lúdicos personalizados.	Must Have
RF-63	Reutilización de recursos lúdicos.	La solución debe permitir la reutilización de recursos lúdicos existentes.	Should Have
Requerimientos Relacionados con Inteligencia Artificial			
RF-64	Asistente de IA para preguntas abiertas.	La solución debe ofrecer un asistente virtual de IA para revisar preguntas abiertas en evaluaciones.	Would Have
RF-65	Generación de preguntas por IA.	El asistente de IA debe generar preguntas y casos para evaluaciones.	Would Have
Requerimientos No Funcionales			
ID	Nombre	Descripción	Priorización
RNF-01	Seguridad y privacidad de datos.	La solución debe garantizar la seguridad y privacidad de los datos personales.	Must Have
RNF-02	Compatibilidad con múltiples plataformas.	La solución debe ser compatible con iOS, Android, Windows y macOS.	Must Have
RNF-03	Interfaz intuitiva.	La solución debe tener una interfaz intuitiva que minimice la curva de aprendizaje.	Must Have
RNF-04	Integración mediante estándares.	La solución debe ofrecer integración mediante API, LTI u otros estándares.	Must Have
RNF-05	Compatibilidad con lectores de pantalla.	La solución debe ser compatible con lectores de pantalla para accesibilidad.	Should Have
RNF-06	Soporte de lenguajes.	La solución debe soportar inglés, español o ambos idiomas.	Must Have

RNF-07	Diseño adaptable.	La solución debe adaptar su diseño al tamaño de pantalla del dispositivo.	Should Have
RNF-08	Cumplimiento de normativas y estándares.	La solución debe cumplir normativas como GDPR, CCPA o FERPA y estándares como ISO 27001.	Must Have

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.2.3.4. Paso 4. Validación

1. Revisar los requerimientos

En esta sección se realizará una verificación de la cobertura de los requerimientos definidos para la solución tecnológica, contrastándolos contra las necesidades identificadas en el estudio de las poblaciones de estudiantes y profesores. Se analizará específicamente que los requerimientos propuestos den respuesta a los dolores críticos, las mejoras deseadas y las funcionalidades requeridas por ambos grupos. En caso de identificar brechas donde alguna necesidad no esté siendo atendida por los requerimientos actuales, se documentará la razón de esta exclusión y se tomará una decisión sobre cómo proceder al respecto de acuerdo con las siguientes opciones:

- Aceptación: Aceptar la falta de cobertura por parte de la solución tecnológica sobre la necesidad o deseo
- Explicación: Explicar cómo la herramienta cumple con la necesidad o deseo por fuera del alcance de los requerimientos
- Elicitación: Redactar nuevos requerimientos para cubrir la necesidad o deseo

Las tablas Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25 a continuación resumen el análisis de cobertura de los requerimientos sobre los criterios identificados, los dolores críticos, las mejoras deseadas y las funcionalidades más utilizadas. Las matrices de cobertura completas se encuentran en el Apéndice Z. Cobertura de los Requerimientos Sobre los Dolores Críticos, el Apéndice AA. Cobertura de los Requerimientos Sobre las Mejoras Deseadas, el Apéndice AB. Cobertura de los Requerimientos Sobre las Funcionalidades, y el Apéndice AH. Cobertura de los Requerimientos sobre los Criterios

Tabla 22

Tabla Resumen de la Matriz de Cobertura de Requerimientos sobre los Criterios

Criterio	Requerimientos que lo Cubren
C-DOP-1	RF-15, RF-39, RF-40
C-DOP-2	RF-11, RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-45
C-DOP-3	RF-33, RF-35, RF-61, RF-62
C-DOP-4	RF-30, RF-31, RF-32, RF-45
C-DOP-5	RF-11, RF-20, RF-32, RF-34, RF-45
C-DOP-6	RF-19, RF-22, RF-60, RF-61
C-DOP-7	RF-01, RF-02, RF-03, RF-04, RF-05, RF-06, RF-07, RF-08, RF-09, RF-10, RF-39, RF-40, RF-43, RNF-02

C-CED-1	RNF-03, RNF-5, RNF-6, RNF-7
C-CED-2	RF-33, RF-34
C-CED-3	RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57, RF-58
C-CED-4	RF-39, RF-40
C-CED-5	RNF-02
C-CED-6	RF-61, RF-62
C-CED-7	RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50
C-CED-8	RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57, RF-58
C-CED-9	RNF-03, RNF-5, RNF-6, RNF-7
C-DIR-1	RF-08, RF-10, RF-15, RF-32, RF-33, RF-34, RF-39, RF-40, RF-45, RF-61, RF-62, RNF-03, RNF-5, RNF-6, RNF-7
C-DIR-2	Sin cobertura de requerimientos
C-DIR-3	Sin cobertura de requerimientos

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Los hallazgos de la Tabla 22 y las decisiones tomadas al respecto de cada uno se detallan a continuación:

- C-DIR-2
 - Explicación: Este criterio hace referencia a la priorización de las herramientas que formarán parte de la solución y no a un requerimiento de estas.
- C-DIR-3
 - Explicación: Este criterio hace referencia a la priorización de las herramientas que formarán parte de la solución y no a un requerimiento de estas.

Tabla 23

Tabla Resumen de la Matriz de Cobertura de Requerimientos sobre las Funcionalidades

Funcionalidad Utilizada	Requerimientos que la Cubren
FP-1	RF-11, RF-12, RF-13, RF-14, RF-23, RF-24
FP-2	RF-01, RF-02, RF-03, RF-04, RF-05, RF-06
FP-3	RF-07, RF-27, RF-28
FP-4	RF-29, RF-30, RF-31
FP-5	RF-04, RF-05
FP-6	RF-20, RF-21, RF-22
FP-7	RF-08, RF-09, RF-10, RF-15, RF-25
FP-8	RF-61, RF-62, RF-63
FP-9	RF-39
FP-10	RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52
FP-11	RF-19
FP-12	RF-60
FP-13	RF-16, RF-17, RF-18
FP-14	RF-32, RF-33, RF-34
FP-15	RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57, RF-58, RF-59
FP-16	RF-06, RF-07, RF-08

FP-17	RF-39, RF-40
FP-18	RF-20, RF-21
FP-19	RF-41
FP-20	RF-26
FP-21	RF-11, RF-12, RF-13
FP-22	RF-27
FP-23	RF-35, RF-36
FP-24	RF-24
FP-25	RF-28
FP-26	RF-01
FP-27	RF-25
FP-28	RF-01, RF-02, RF-03, RF-04

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Como se puede apreciar en la Tabla 23, todas las funcionalidades mencionadas por los profesores están cubiertas por al menos un requerimiento.

Tabla 24

Matriz de Cobertura de Requerimientos sobre los Dolores Críticos

Dolor Crítico	Requerimientos que lo Cubren
DE-1	RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-60, RF-61, RF-62
DE-2	Sin cobertura de requerimientos
DE-3	Sin cobertura de requerimientos
DE-4	Sin cobertura de requerimientos
DE-5	Sin cobertura de requerimientos
DE-6	Sin cobertura de requerimientos
DE-7	Sin cobertura de requerimientos
DE-8	RF-39, RF-40
DE-9	RF-16, RF-17, RF-18
DE-10	RF-29, RF-30, RF-31, RF-60, RF-61, RF-62
DE-11	RF-08, RF-09, RF-10, RF-25, RF-48, RF-49, RF-50
DE-12	RF-42, RF-43, RF-44, RF-52, RF-53, RF-54
DE-13	RF-19, RF-20, RF-21, RF-22, RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-35, RF-36
DE-14	Sin cobertura de requerimientos
DE-15	RF-40
DE-16	RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57, RF-58, RF-59
DE-17	RF-02, RF-03, RF-04, RF-05
DE-18	RF-08, RF-09, RF-10, RF-15
DE-19	RF-29, RF-30, RF-31, RF-33, RF-34
DE-20	Sin cobertura de requerimientos
DE-21	RF-48, RF-49, RF-50
DE-22	RF-42, RF-43, RF-44, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57, RF-58, RF-59
DP-1	RF-19, RF-20, RF-21, RF-22, RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-35, RF-36, RF-60, RF-61, RF-62

DP-2	RF-08, RF-09, RF-10, RF-25, RF-39, RF-40
DP-3	RF-02, RF-03, RF-04, RF-05, RF-07, RF-27, RF-28
DP-4	RF-11, RF-60, RF-61, RF-62
DP-5	RF-42, RF-43, RF-44, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57, RF-58, RF-59
DP-6	RF-16, RF-17, RF-18, RF-48, RF-49, RF-50
DP-7	Sin cobertura de requerimientos
DP-8	RNF-03
DP-9	RNF-02
DP-10	RF-63, RF-64, RF-65
DP-11	RF-04, RF-05, RF-26
DP-12	RF-61, RF-62, RF-63
DP-13	RF-23, RF-24, RF-37, RF-38
DP-14	RF-05, RF-37, RF-38
DP-15	RF-16, RF-17, RF-18

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Los hallazgos de la Tabla 24 y las decisiones tomadas al respecto de cada uno se detallan a continuación:

- DE-2
 - Explicación: La solución busca aumentar la satisfacción de la comunidad educativa respecto a las herramientas mediante la estandarización e integración de estas.
- DE-3
 - Aceptación: La mejora de la infraestructura de internet está fuera del alcance de la solución tecnológica.
- DE-4
 - Explicación: La solución busca la estandarización de herramientas y procesos para facilitar una experiencia educativa virtual más consistente y de mejor calidad.
- DE-5
 - Aceptación: La capacitación docente en entornos virtuales está fuera del alcance de la solución.
- DE-6
 - Explicación: La solución provee herramientas para facilitar la virtualización de cursos, aunque la adaptación del contenido depende del docente.
- DE-7
 - Aceptación: La empatía y comprensión técnica de los profesores está fuera del alcance de la solución.
- DE-14
 - Aceptación: Las políticas sobre uso de cámara son decisiones institucionales fuera del alcance de la solución.
- DE-20

- Explicación: La solución busca resolver directamente esta problemática mediante la estandarización de herramientas entre cursos.
- DP-7
 - Aceptación: El nivel de apoyo institucional está fuera del alcance de la solución tecnológica.

Tabla 25

Matriz de Cobertura de Requerimientos sobre las Mejoras Deseadas

Mejora Deseada	Requerimientos que la Cubren
ME-1	Sin cobertura de requerimientos
ME-2	RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-60, RF-61, RF-62
ME-3	RF-08, RF-09, RF-10, RF-15
ME-4	Sin cobertura de requerimientos
ME-5	RF-48, RF-55, RF-56, RF-57
ME-6	RF-39, RF-40, RF-61, RF-62, RF-63
ME-7	RF-42, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-64
ME-8	RF-11, RF-12, RF-13, RF-14, RF-35, RF-36
ME-9	Sin cobertura de requerimientos
ME-10	Sin cobertura de requerimientos
ME-11	RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34
ME-12	Sin cobertura de requerimientos
ME-13	RF-19, RF-20, RF-21, RF-22
MP-1	RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57, RF-58, RF-59
MP-2	RF-64, RF-65
MP-3	RF-60, RF-61, RF-62, RF-63
MP-4	RF-39, RF-40, RF-41
MP-5	RF-33
MP-6	RF-54
MP-7	Sin cobertura de requerimientos
MP-8	RF-42, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52
MP-9	RF-16, RF-17, RF-18
MP-10	Sin cobertura de requerimientos
MP-11	RF-29, RF-30, RF-31
MP-12	Sin cobertura de requerimientos
MP-13	RF-23, RF-24
MP-14	RF-34
MP-15	RF-52
MP-16	RF-20, RF-21
MP-17	RF-02, RF-03

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Los hallazgos de la Tabla 25 y las decisiones tomadas al respecto de cada uno se detallan a continuación:

- ME-1
 - Aceptación: El nivel de apoyo institucional está fuera del alcance de la solución tecnológica.
- ME-4
 - Aceptación: La mejora de infraestructura tecnológica y rendimiento de otros sistemas está fuera del alcance de la solución.
- ME-9
 - Aceptación: La implementación de pausas activas durante las clases es decisión del profesor y no forma parte del alcance de la solución.
- ME-10
 - Aceptación: La solución tecnológica no se encarga de brindar guías sobre la mejora del entorno de estudio en casa.
- ME-12
 - Explicación: La solución está diseñada específicamente para estandarizar e integrar las herramientas en una plataforma unificada.
- MP-7
 - Aceptación: La solución tecnológica no se encarga de brindar soporte ni formación para el uso de herramientas digitales.
- MP-10
 - Aceptación: Las herramientas de creación de contenido audiovisual no se contemplaron dentro de la solución.
- MP-12
 - Explicación: La solución está diseñada para funcionar como una plataforma integrada que permite la interoperabilidad entre diferentes herramientas educativas.

2. Definir criterios de aceptación

Debido a la naturaleza del proyecto, los requerimientos elicitados funcionan más como una rúbrica de evaluación que una lista formal de requerimientos que son desarrollados y probados tanto en funcionalidad como en satisfacción del usuario. Además, la solución no es un único sistema o programa, sino una potencial combinación de herramientas y desarrollos internos. Por lo tanto, como criterios para determinar si los requerimientos son cubiertos por la solución, se definieron las siguientes categorías:

- Cumple: La herramienta ofrece actualmente la funcionalidad de forma nativa o a través de una integración ya existente con otra herramienta.
- Solventable: La herramienta no ofrece actualmente la funcionalidad. Sin embargo, existe un camino claro y previamente determinado para alcanzar la funcionalidad.

- Incumple: La herramienta no ofrece actualmente la funcionalidad y no existe un camino claro o determinado para alcanzarla.

Para asignar cada una de esas categorías es necesario determinar cuál es el grado de cobertura real de cada herramienta sobre los requerimientos. Las maneras de verificar esos grados de cobertura con evidencia confiable fueron las siguientes:

- Documentación oficial: Esto incluye documentos PDF, páginas web oficiales, videos de canales oficiales, repositorios de código, entre otros.
- Documentación no oficial: Esto incluye videos de canales no oficiales, artículos o referencias confiables, entre otras fuentes de evidencia.

4.2.4. Implicaciones de los Resultados de Cobertura

La evaluación de la cobertura de los requerimientos en relación con las necesidades de docentes y estudiantes demuestra que, en general, los aspectos tecnológicos pueden abordar las necesidades identificadas en los sujetos de estudio, lo cual respalda la segunda hipótesis de la investigación. Dicha hipótesis establece que las necesidades de docentes y estudiantes pueden ser cubiertas a través de soluciones tecnológicas adecuadas.

A través de un proceso de ingeniería de requerimientos y análisis temático de entrevistas y encuestas, se identificaron un total de ciento catorce rubros que incluyen criterios, funcionalidades utilizadas, dolores críticos y mejoras deseadas. Los resultados del análisis de cobertura reflejan que, de los ciento catorce rubros evaluados, ciento tres (equivalente al 89.3%) están completamente cubiertos por los requerimientos tecnológicos planteados, mientras que once rubros (10.7%) aún carecen de cobertura total.

En la Tabla 26 a continuación, se presentan los resultados de cobertura por cada categoría evaluada.

Tabla 26

Resumen de la Cobertura de los Requerimiento sobre las Necesidades

Rubro	Porcentaje Cubierto	Porcentaje No Cubierto
Criterios	100%	0%
- DOP	100%	0%
- CEDA	100%	0%
- Dirección de ATI	100%	0%
Funcionalidades Utilizadas	100%	0%
Dolores Críticos	86.5%	13.5%
- Docentes	93.3%	6.7%
- Estudiantes	81.8%	18.2%
Mejoras Deseadas	80%	20%
- Docentes	88.2%	11.8%
- Estudiantes	69.2%	30.8%
Total	89.3%	10.7%

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Los resultados en cada rubro indican que los aspectos fundamentales, como los criterios y las funcionalidades utilizadas, tienen una cobertura total (100%). Esto sugiere que los elementos esenciales para el funcionamiento de las soluciones tecnológicas cumplen con las expectativas y necesidades de los usuarios, asegurando que los aspectos básicos de la herramienta tecnológica están alineados con los requerimientos de docentes y estudiantes.

Por otro lado, los dolores críticos, aquellos aspectos que generan mayor dificultad o molestia, presentan una cobertura del 86.5%, mientras que las mejoras deseadas cuentan con una cobertura del 80%. Aunque estos rubros tienen un nivel de cobertura más bajo que otros aspectos, en especial las mejoras de los estudiantes, con un resultado de cobertura del 69.2%, siguen reflejando en promedio un grado de cumplimiento de más del 83%. Esto indica que las soluciones tecnológicas propuestas tienen el potencial de abordar más de cuatro quintas partes de las necesidades y ofrecer mejoras al proceso, aunque ciertos aspectos pueden requerir atención adicional en iniciativas futuras.

El análisis de la cobertura de los requerimientos sobre las necesidades refuerza la validez de la hipótesis al mostrar que el 89.3% de las necesidades de los sujetos pueden ser atendidas mediante la implementación de tecnología. Las áreas con menor cobertura, principalmente en mejoras deseadas y dolores críticos, representan oportunidades para optimizar las soluciones y hacerlas aún más alineadas con las expectativas de los usuarios.

Los resultados del análisis de cobertura justifican la aceptación de la segunda hipótesis, demostrando que las necesidades de docentes y estudiantes pueden ser abordadas mediante las soluciones tecnológicas propuestas.

4.3. Exploración de las Herramientas Disponibles

Esta fase del proyecto pretende investigar qué opciones existen en el mercado y dentro del TEC que permitan cumplir con los requerimientos identificados en la fase anterior. Esto ofrecerá un panorama claro de las alternativas y permitirá definir las posibles rutas que llevarían a la solución tecnológica deseada.

4.3.1. Recopilación de Herramientas

La selección de herramientas para la solución requirió un análisis del mercado educativo tecnológico actual. Este análisis se enfocó particularmente en herramientas que no solo cumplieran con los requerimientos técnicos, sino que también se alinearan con las necesidades específicas de la educación superior y el contexto del TEC. La evaluación consideró factores como las capacidades y limitaciones de las distintas versiones ofrecidas, su adopción en el mercado educativo, la facilidad de implementación, las integraciones e interoperabilidades entre ellas, y las características de seguridad y privacidad.

Para facilitar la recopilación de las herramientas, se definieron categorías para clasificar las herramientas y compararlas entre ellas. Estas responden a las categorías utilizadas para clasificar los requerimientos. Después, se consultaron múltiples fuentes de información al respecto de las ofertas de software en el mercado con el fin de redactar una lista de herramientas relevantes

para el proyecto. Esto incluyó tanto herramientas líderes en el mercado, entre las cuales se consideran alternativas de código abierto, como soluciones internas desarrolladas en el TEC. Las categorías y las herramientas exploradas en cada una se enlistan a continuación.

4.3.1.1. Herramientas de Videoconferencia

El mercado de videoconferencia ha experimentado una evolución significativa desde la pandemia, con múltiples plataformas compitiendo por el liderazgo en el sector educativo [19]. El análisis se centró en Microsoft Teams y Zoom por varias razones estratégicas:

Posicionamiento en el Mercado:

- Ambas plataformas son reconocidas como líderes en el segmento educativo
- Han demostrado capacidad de evolución y adaptación a necesidades emergentes
- Mantienen un historial de innovación continua en funcionalidades educativas

Disponibilidad en el TEC:

- Ambas plataformas están licenciadas y disponibles para la comunidad
- Los usuarios ya están familiarizados con sus interfaces
- Existe soporte técnico institucional para ambas soluciones

4.3.1.2. Herramientas de Actividades y Gamificación

La exploración de herramientas de actividades y gamificación surge como respuesta a una limitación identificada en el TEC Digital. Si bien la plataforma actual ofrece la capacidad de crear actividades lúdicas mediante el gestor de actividades de aprendizaje (GAAP), estas se caracterizan por ser severamente limitadas tanto en variedad como en dinamismo. Esta restricción se suma al hecho de que a los docentes no se les provee acceso a más plataformas de apoyo didáctico, sino solo a “aquellas brindadas oficialmente por el TEC, es decir, tecDigital, Zoom y Teams” [49].

Si bien existe una “caja de herramientas” disponible para los profesores a través del TEC Digital con apoyo del Centro de Desarrollo Académico [47] mediante la cual se sugieren herramientas para la generación de contenido y realización de actividades, no se les provee de licencias pagadas. Los profesores son guiados a utilizar las versiones gratuitas, las cuales tienen serias limitaciones según comentaron los profesores en las entrevistas. Las entrevistas realizadas evidenciaron que esta situación ha generado una notable frustración entre el cuerpo docente, particularmente en el contexto del nuevo modelo pedagógico que enfatiza la incorporación de dinámicas, juegos y actividades lúdicas en el proceso de enseñanza.

La situación ha llevado a varios profesores entrevistados a buscar soluciones alternativas, y algunos incluso han invertido de sus propios recursos en herramientas como Kahoot! para superar las limitaciones de las versiones gratuitas. Esta realidad motivó una investigación de las alternativas existentes en el mercado, con especial énfasis en identificar herramientas que cumplieran tres criterios fundamentales: acceso gratuito, disponibilidad inmediata y capacidades suficientes para satisfacer las necesidades de las clases virtuales en ATI. Bajo esas

consideraciones, se exploraron las herramientas Blooket, Nearpod y ClassKick. Se dejó por fuera a las herramientas populares Kahoot! y Mentimeter ya que, por medio de las entrevistas y la verificación independiente de esa información, se conoció que requieren de versiones pagadas para cumplir con las necesidades de las clases de ATI (ver Apéndice X. Fichas de Registro de las Herramientas).

4.3.1.3. Herramientas de Pizarra Colaborativa

La exploración de herramientas de pizarra colaborativa reveló un panorama interesante en el mercado actual. Las principales plataformas de videoconferencia han integrado sus propias versiones de pizarras virtuales como parte de sus funcionalidades base, reconociendo la importancia de esta herramienta en entornos educativos y profesionales. Esta integración nativa promete una experiencia más unificada y fluida para los usuarios.

Sin embargo, el mercado también ofrece soluciones especializadas que se han posicionado por sus capacidades avanzadas, particularmente en aspectos como plantillas prediseñadas, opciones de diagramación formal, herramientas para proyectos complejos y niveles superiores de personalización. A través de las conversaciones con los docentes y la exploración de mercado, se identificaron tres herramientas que destacan en el ámbito de pizarras colaborativas especializadas: Mural, Miro y Padlet.

4.3.1.4. Herramientas de Proctoring

La exploración de soluciones de proctoring es particularmente relevante dado el incremento en la demanda de evaluaciones remotas confiables por parte de los profesores entrevistados, así como la petición directa de la dirección de ATI. La evaluación abarcó tanto soluciones comerciales establecidas como alternativas de código abierto, cada una con enfoques distintivos:

Proctoring Manual como SaaS:

- Caracterizado por supervisión humana en tiempo real
- Incluye componentes complementarios de IA
- Modelo de cobro por examen o por estudiante/año
- Herramienta evaluada: ProctorU

Proctoring Automatizado como SaaS:

- Basado en análisis automatizado durante y después del examen
- Requiere suscripción annual
- Herramientas evaluadas: Proctorio y ExamSoft

Proctoring Open Source:

- Permite implementación personalizada en el LMS
- Flexibilidad para integrar IA propia o servicios externos
- Herramienta evaluada: Safe Exam Browser

4.3.1.5. Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo

En el ámbito de la colaboración y trabajo en equipo, Microsoft 365 y Google Workspace emergen como las suites más completas del mercado actual. Ambas plataformas son accesibles para la comunidad del TEC, ofreciendo sin costo sus herramientas principales de documentos, hojas de cálculo y presentaciones, junto con aplicaciones suplementarias como formularios y videoconferencia.

4.3.1.6. Herramientas de Diagramación

La exploración de herramientas de diagramación se centró en tres soluciones prominentes en el mercado: Lucidchart, diagrams.net (anteriormente conocido como draw.io) y Microsoft Visio. Estas tres herramientas han demostrado ser de las más utilizadas y mejor calificadas en entornos profesionales [8]. Además, ofrecen un equilibrio entre facilidad de uso y capacidades técnicas. También se buscó incluir herramientas que ofrecieran tanto accesibilidad en navegador web como aplicación de escritorio.

4.3.1.7. Herramientas para Programación Colaborativa

La exploración de herramientas de programación colaborativa se centró en tres soluciones prominentes en el mercado: Replit, Codeshare y Visual Studio Code con su extensión LiveShare. Estas herramientas representan diferentes aproximaciones a la programación colaborativa, cada una diseñada para satisfacer distintas necesidades y escenarios de desarrollo. Estas herramientas se escogieron de una lista de cuatro herramientas recopilada por Ying y Boyer en su artículo *Understanding Students' Needs for Better Collaborative Coding Tools* [58].

Una distinción fundamental entre estas herramientas es su modalidad de implementación y filosofía de uso. Mientras que Replit y Codeshare se apegan al paradigma de desarrollo basado en web, Visual Studio Code mantiene un enfoque tradicional de desarrollo en escritorio, complementado con capacidades colaborativas modernas.

Características Principales por Herramienta

- Replit:
 - Plataforma web completa de desarrollo
 - Enfoque en facilidad de uso y acceso inmediato
 - Repositorios en la nube integrados
 - Ideal para proyectos web y educativos
- Codeshare:
 - Especializado en compartir código de forma sencilla
 - Utilizado para realizar lluvias de ideas y revisión de código
 - Compatible con sintaxis de gran cantidad de lenguajes de programación
 - No admite la ejecución del código de forma nativa
- VS Code con LiveShare:
 - Entorno de desarrollo profesional completo
 - Mayor control y personalización

- Soporte extensivo de lenguajes
- Capacidades de depuración

4.3.1.8. Plataformas de Gestión del Aprendizaje

Una solución tecnológica como la que se pretende formular en esta investigación requiere de un núcleo que funcione como plataforma troncal. Esta debe tener la capacidad de integrar las demás herramientas, así como ofrecer un punto de partida desde el cual los profesores puedan acceder a ellas. Se estableció utilizar una plataforma de gestión del aprendizaje, o LMS (Learning Management System) por sus siglas en inglés, como la plataforma troncal de la solución. Para eso, se incluyó también esa categoría como parte de las herramientas por explorar.

El mercado de las plataformas LMS ofrece desde herramientas gratuitas de código abierto que lideran el mercado, como alternativas empresariales que rondan los cientos de miles de dólares anuales. Con el propósito de obtener la información más relevante se recurrió a dos fuentes principales: el cuadrante de SoftwareReviews (ver Anexo II. Cuadrante de SoftwareReviews para Herramientas LMS), y las reseñas de Gartner Peer Insights (ver Anexo III. Principales herramientas LMS según Gartner Peer Insights). Ambas fuentes colocan las plataformas Moodle y Canvas como parte de las tres mejores plataformas en el 2024. Sin embargo, difieren en la tercera herramienta. Gartner menciona la plataforma Blackboard, mientras que SoftwareReviews beneficia a Google Classroom.

La información consultada parece indicar que Blackboard es una solución de paga con un precio elevado [7]. Por lo tanto, se optó por explorar las herramientas Moodle, Canvas y Google Classroom.

4.3.1.9. Exclusión de las Plataformas de Evaluación

Se decidió no incluir una categoría para las herramientas de evaluación y realización de exámenes y pruebas cortas. Después de una exploración y análisis de las alternativas LMS, se determinó que estas por lo general incluyen las funcionalidades relacionadas con las asignaciones y evaluaciones de forma nativa. Sin embargo, dependiendo de los resultados de las fases siguientes, es posible que se agregue esta categoría.

4.3.1.10. Resumen de las Herramientas Escogidas por Categoría

Las fichas de registro para cada una de las herramientas se encuentran en el Apéndice X. Fichas de Registro de las Herramientas. La Tabla 27 continuación muestra el resumen de las herramientas escogidas por categoría.

Tabla 27

Resumen de las Herramientas Evaluadas para la Solución

Herramienta	Descripción
Plataformas de Gestión del Aprendizaje (LMS)	
Moodle	LMS de código abierto que forma parte de los líderes del mercado
Canvas	
Google Classroom	LMS ofrecido como parte de Google Workspace for Education que forma parte de los líderes del mercado.
Herramientas de Videoconferencia	
Zoom	Software propietario líder en el mercado de las videoconferencias.
Microsoft Teams	Software ofrecido como parte de Microsoft 365. Líder en el mercado de las videoconferencias.
Herramientas de Actividades y Gamificación	
Kahoot!	Herramientas interactivas de aprendizaje que permiten crear cuestionarios, encuestas y actividades dinámicas.
Mentimeter	
Quizizz	
Blooket	
H5P	Herramienta de código abierto que permite crear contenido interactivo como cuestionarios, presentaciones, videos enriquecidos y juegos educativos.
Nearpod	Plataforma de aprendizaje que permite crear lecciones interactivas con cuestionarios, videos, simulaciones y contenido multimedia para la participación en tiempo real.
Herramientas de Pizarra Colaborativa	
Padlet	Herramientas colaborativas en línea que permiten a estudiantes y docentes crear y organizar murales, tableros visuales y diagramas en tiempo real.
Mural	
Miro	
Herramientas de Proctoring y Evaluación	

ProctorU	Plataforma de proctoring a través de supervisión humana en tiempo real
ExamSoft	Plataformas de proctoring automatizado, utilizando inteligencia artificial para la revisión de video y monitoreo de cámara.
Proctorio	
Safe Exam Browser	Navegador seguro que restringe el acceso a otras aplicaciones y recursos durante las evaluaciones en línea. Incluye capacidades de proctoring mediante la integración de un servicio de supervisión humana en tiempo real o automatizada utilizando inteligencia artificial.
Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo	
Google Workspace	Incluye Docs, Sheets, Slides, Drive, y otras herramientas de colaboración en tiempo real.
Microsoft 365	Incluye Word, Excel, PowerPoint, OneDrive, y otras herramientas de colaboración en tiempo real.
Herramientas de Diagramación	
Lucidchart	Herramienta de diagramación que permite crear diagramas técnicos y colaborativos desde cualquier dispositivo con acceso a internet.
Diagrams.net	
Microsoft Visio	Herramienta de diagramación que integra versiones web y de escritorio, facilitando la creación de diagramas avanzados y la colaboración en tiempo real dentro del ecosistema Microsoft 365.
Herramientas para Programación Colaborativa	
Replit	Herramienta web de desarrollo colaborativo que permite crear, compartir y ejecutar proyectos de programación en la nube.
VS Code (LiveShare)	Entorno de desarrollo completo que permite la colaboración en tiempo real, control del ambiente de desarrollo, y soporta una gran cantidad de lenguajes.
CodeShare	Herramienta web especializada en conceptualización colaborativa y compartición de código en tiempo real.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.3.2. Verificación de la cobertura de requerimientos por las herramientas

Este apartado de la exploración de las herramientas pretende encontrar y revisar la documentación oficial y no oficial de las herramientas según se definió en la actividad anterior. Esto con el objetivo de determinar si las herramientas cumplen con los requerimientos, y si existen vías claras para solventar las carencias.

Con el objetivo de facilitar la comparación entre herramientas, se utilizará una escala de puntos. La escala asigna un puntaje distinto a cada nivel de priorización de los requerimientos. Los puntajes asignados son:

- Must Have: 5 puntos
- Should Have: 3 puntos
- Could Have: 2 puntos
- Would Have: 1 punto

Además, los requerimientos priorizados como *Must Have* deben cumplirse obligatoriamente, por lo que las herramientas que los incumplan serán descartadas independientemente del puntaje que obtengan. A continuación, se realiza el análisis de cobertura para las herramientas según su categoría.

4.3.2.1. Plataformas de Gestión del Aprendizaje (LMS)

La escogencia de la plataforma troncal de la solución resulta necesaria para la investigación. La herramienta debe contar con las capacidades necesarias para satisfacer requerimientos de forma nativa, así como ofrecer integraciones con otras soluciones que ofrezcan las capacidades de las que carece. Las tres opciones investigadas, Moodle, Canvas y Google Classroom sobresalen como alternativas al proceso actual. Sin embargo, en el proceso de analizar los LMS del mercado, se vuelve necesario incluir la herramienta actualmente en uso en la escuela, TEC Digital (TD), dentro del análisis.

TEC Digital es un LMS ofrecido y mantenido por la institución. Basado en el LMS de código abierto OpenACS, y utilizando un conjunto de paquetes llamado .LRN, el TEC Digital es una solución LMS completa en sí misma. La implementación y el mantenimiento de un sistema LMS requiere recursos y esfuerzos por parte de la Escuela de ATI. Para comprender mejor la herramienta y lo que ofrece a las escuelas, tanto en términos de funcionalidades como de opciones para la integración de desarrollos y proyectos propios, se condujo una entrevista con dos ingenieros del TEC Digital. De acuerdo con la información recolectada (ver el Apéndice P. Reunión con Ingenieros del TEC Digital y el Apéndice Y. Transcripción de la conversación por chat con Ingenieros del TEC Digital), se realizó un análisis FODA al TEC Digital en relación con la solución tecnológica que se pretende alcanzar. La Tabla 28 muestra el análisis FODA.

Tabla 28

Análisis FODA del TEC Digital

Fortalezas	Oportunidades
• Es el estándar de la universidad • Los profesores ya saben utilizarlo • Es el método oficial de reporte de notas • Ya está en producción • Equipo ya conformado y capacitado para el mantenimiento • Despliegue de funcionalidades con alcance institucional • Software personalizado y adaptado a las necesidades del TEC • El presupuesto para el desarrollo y mantenimiento lo patrocina el TEC	• Posibilidad de integrar desarrollos internos propios de la escuela • Posibilidad de integrar funcionalidades mediante APIs • Apertura a negociación para la implementación de funcionalidades futuras desarrolladas por el equipo interno del TD • Posibilidad de personalizar paquetes de código abierto (OpenACS y .LRN) • Existencia de cursos, materiales, entre otros.
Debilidades	Amenazas
• Burocracia en la negociación e implementación de funcionalidades • Incompatible con plugins LTI • Requiere alta rigurosidad en los desarrollos internos por tratar con datos sensibles • Regulado por legislación institucional y gubernamental • Profesores y estudiantes lo reportaron como inestable	• No hay certeza de si se aprobarán los desarrollos internos propios ni las funcionalidades solicitadas • Time-to-market incierto y potencialmente elevado para los proyectos que son reazliados por el equipo interno del TD • La prioridad de los proyectos internos es volátil y depende de decisiones superiores y de nuevos proyectos que surjan • Dependencia del TD para el mantenimiento de las funcionalidades • Los recursos de mantenimiento se comparten entre todos los paquetes • Posible abandono o retiro de las funcionalidades por motivos fuera del control de ATI

Fuente: Elaboración Propia (2024)

El TEC Digital ofrece fortalezas y oportunidades sobresalientes en comparación a sus debilidades y amenazas. La incertidumbre al respecto de la aprobación y el tiempo de entrega de los desarrollos internos es preocupante y podrían atrasar integraciones que sean necesarias para la solución. Sin embargo, ambos ingenieros del TEC Digital comentaron que existe disposición y apertura por parte de la coordinación para apoyar a las escuelas que desean patrocinar sus propios desarrollos internos. La existencia y disponibilidad de materiales para apoyar los desarrollos dentro del TEC Digital reflejan esas afirmaciones.

Por otra parte, la familiaridad de la comunidad educativa de ATI con el TEC Digital y la existencia de un equipo de desarrollo y mantenimiento del sistema son fortalezas en comparación con la implementación de un LMS distinto y mantenido por la escuela de ATI. Los costos operativos no son cubiertos por la escuela, por lo que aprovechar esta herramienta permite ahorrar dinero en comparación con la implementación de un LMS propio de la escuela. Además, es el sistema por defecto de la institución, por lo que los estudiantes seguirán usándolo para algunas actividades no relacionadas con la escuela de ATI.

Finalmente, se identificó que algunas funcionalidades por las que los profesores expresaron deseo ya están implementadas dentro del TEC Digital. La creación de bancos de preguntas para generar exámenes aleatorios y la reutilización de actividades lúdicas son ejemplos de funcionalidades ya cubiertas por el TEC Digital. Estos hallazgos preliminares parecen sugerir que la plataforma tiene capacidades suficientes para justificar su inclusión dentro del análisis.

Por lo tanto, se determinó evaluar al TEC Digital junto a las demás herramientas LMS. Se realizó la evaluación de la cobertura del TEC Digital sobre los requerimientos elicitados y se comparó con las tres otras plataformas exploradas. En la Tabla 29 se detalla la cobertura de acuerdo con los criterios de aceptación definidos en la sección 4.2.3.4. Además, junto al resultado de la cobertura, se detalló la herramienta que solventa el requerimiento mediante integración en los casos que aplican.

Tabla 29

Matriz de Cobertura del TEC Digital sobre los Requerimientos

Requerimiento	Priorización	Resultado
RF-01	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-02	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-03	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-04	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-05	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-06	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-07	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-08	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-09	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-10	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-11	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-12	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-13	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-14	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-15	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-16	Should Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-17	Should Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-18	Could Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

RF-19	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-20	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-21	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-22	Should Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-23	Would Have	Incumple
RF-24	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-25	Should Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-26	Should Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-27	Could Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-28	Could Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-29	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams y Whiteboard)
RF-30	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams y Whiteboard)
RF-31	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams y Whiteboard)
RF-32	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Microsoft 365 y Google Workspace)
RF-33	Should Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams y Visio)
RF-34	Could Have	Incumple
RF-35	Could Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-36	Could Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-37	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-38	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-39	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-40	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-41	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-42	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-43	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-44	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-45	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-46	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-47	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-48	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-49	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-50	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-51	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-52	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa
RF-53	Must Have	Solventable - Integración Disponible de Herramienta (SEB)
RF-54	Should Have	Solventable - Integración Disponible de Herramienta (SEB)
RF-55	Must Have	Solventable - Integración Disponible de Herramienta (SEB)

RF-56	Should Have	Solventable - Integración Disponible de Herramienta (SEB)
RF-57	Must Have	Solventable - Integración Disponible de Herramienta (SEB)
RF-58	Must Have	Solventable - Integración Disponible de Herramienta (SEB)
RF-59	Should Have	Solventable - Integración Disponible de Herramienta (SEB)
RF-60	Must Have	Cumple - Integración con Herramientas (Teams)
RF-61	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa y Compatible con Incrustación
RF-62	Must Have	Cumple - Funcionalidad Nativa y Compatible con Incrustación
RF-63	Should Have	Cumple - Funcionalidad Nativa y Compatible con Incrustación
RF-64	Would Have	Incumple
RF-65	Would Have	Incumple
RNF-1	Must Have	Cumple - Característica Nativa
RNF-2	Must Have	Cumple - Característica Nativa
RNF-3	Must Have	Cumple - Característica Nativa
RNF-4	Must Have	Cumple - Característica Nativa
RNF-5	Must Have	Cumple - Característica Nativa
RNF-6	Must Have	Cumple - Característica Nativa
RNF-7	Must Have	Cumple - Característica Nativa
RNF-8	Must Have	Cumple - Característica Nativa

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Si bien el TEC Digital no tiene la capacidad de videoconferencia, diagramación o pizarra colaborativa, sí posee integraciones directas existentes con herramientas como Microsoft Teams, Visio y Whiteboard que cumplen tales funcionalidades. Otras funciones como la programación colaborativa y la integración de asistentes de inteligencia artificial no tienen cobertura nativa o mediante integraciones existentes.

Por otra parte, el TEC Digital actualmente no cuenta con capacidades de proctoring. El gestor de actividades de aprendizaje (GAAP) que es utilizado para realizar exámenes y pruebas cortas no tiene ningún tipo de integración con ese tipo de herramientas. Sin embargo, OpenACS ofrece un paquete que permite la integración de una herramienta de proctoring al LMS. Debido a que hay una forma clara para integrar proctoring en el TEC Digital, los requerimientos relacionados a esa funcionalidad se consideran solventables. La compatibilidad y factibilidad de realizar esa integración se evalúa en secciones siguientes de la investigación.

En la Tabla 30 se muestra el resumen de la cobertura de los LMS explorados en comparación con el TEC Digital. La tabla completa se encuentra en el Apéndice G. Cobertura del TEC Digital y los Tres Principales LMS del Mercado sobre los requerimientos de la solución.

Tabla 30

Tabla Resumen de la Comparativa entre el TEC Digital y los Tres Principales LMS del Mercado

Plataforma de Gestión del Aprendizaje (LMS)	Cobertura de Requerimientos Obligatorios	Puntaje General Sobre los Requerimientos (311 máx.)
TEC Digital	Completa	306
Google Classroom	Incompleta	283
Moodle	Completa	308
Canvas	Completa	308

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Las herramientas Moodle y Canvas obtuvieron un mejor puntaje por su cobertura de dos requerimientos más que el TEC Digital. Más adelante se evaluará la viabilidad de implementarlos y si el costo de implementación es justificado por esos dos requerimientos adicionales.

4.3.2.2. Herramientas de Videoconferencia

Al comparar la cobertura de requerimientos entre Teams y Zoom, se evidencia una paridad notable: ambas herramientas cumplen con la totalidad de los cuarenta y dos requerimientos relacionados con la herramienta de videoconferencia, incluyendo tanto aspectos funcionales como no funcionales. Esta equivalencia en capacidades fundamentales sugiere que la decisión final deberá basarse en aspectos complementarios como la integración con otros sistemas y el aprovechamiento de recursos institucionales existentes. La Tabla 31 muestra el resumen de la cobertura de los requerimientos por parte de ambas herramientas. La tabla completa se puede consultar en el Apéndice H. Cobertura de Zoom y Teams sobre los Requerimientos.

Tabla 31

Tabla Resumen de la Cobertura de Teams y Zoom sobre los Requerimientos

Herramienta de Videoconferencia	Cobertura de Requerimientos Obligatorios	Puntaje General Sobre los Requerimientos (182 máx.)
Teams	Completa	182
Zoom	Completa	182

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.3.2.3. Herramientas de Actividades y Gamificación

Los resultados de la cobertura de las herramientas de actividades y gamificación sobre los requerimientos se pueden consultar en el Apéndice J. Cobertura de las Herramientas de Actividades y Gamificación sobre los Requerimientos. La Tabla 32 a continuación muestra el resumen de la cobertura de los requerimientos.

Tabla 32

Tabla Resumen de la Cobertura de las Herramientas de Actividades y Gamificación sobre los Requerimientos

Herramienta de Actividades y Gamificación	Cobertura de Requerimientos Obligatorios	Puntaje General Sobre los Requerimientos (48 máx.)
Blooket	Completa	48
Nearpod	Completa	48
ClassKick	Completa	48

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.3.2.4. Herramientas de Pizarra Colaborativa

Los resultados de la cobertura de las herramientas de pizarra colaborativa sobre los requerimientos se pueden consultar en el Apéndice K. Cobertura de las Herramientas de Pizarra Colaborativa sobre los Requerimientos. A continuación, se muestra el resumen de la cobertura de los requerimientos en la Tabla 33.

Tabla 33

Tabla Resumen de la Cobertura de las Herramientas de Pizarra Colaborativa sobre los Requerimientos

Herramienta de Pizarra Colaborativa	Cobertura de Requerimientos Obligatorios	Puntaje General Sobre los Requerimientos (51 máx.)
Miro	Completa	51
Mural	Completa	51
Padlet	Completa	51
Microsoft Whiteboard	Completa	51

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.3.2.5. Herramientas de Proctoring

Las cuatro herramientas evaluadas (ProctorU, ExamSoft, Proctorio y Safe Exam Browser) cumplen con todos los requerimientos definidos para la solución, alcanzando una cobertura del cien por ciento sobre requerimientos. Sin embargo, se diferencian en sus enfoques:

- **ProctorU** prioriza la supervisión humana en tiempo real
- **Proctorio** ofrece supervisión completamente automatizada con revisión humana opcional
- **ExamSoft** combina verificación automática de identidad con supervisión basada en IA
- **Safe Exam Browser** proporciona flexibilidad en el tipo de supervisión a implementar

Los resultados de la cobertura de los requerimientos se pueden consultar en el Apéndice I. Cobertura de las Herramientas de Proctoring sobre los Requerimientos. La Tabla 34 a continuación muestra el resumen de la cobertura de las herramientas de proctoring sobre los requerimientos.

Tabla 34

Tabla Resumen de la Cobertura de las Herramientas de Proctoring sobre los Requerimientos

Plataforma de Proctoring	Cobertura de Requerimientos Obligatorios	Puntaje General Sobre los Requerimientos (62 máx.)
ProctorU	Completa	62
Proctorio	Completa	62
ExamSoft	Completa	62
Safe Exam Browser	Completa	62

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Un factor determinante en el análisis es que Safe Exam Browser, siendo software libre, cuenta con soporte nativo en la versión 5.10 de OpenACS mediante el paquete "proctoring-support", lo que lo vincula directamente con la plataforma TEC Digital.

4.3.2.6. Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo

Todas las herramientas exploradas para la colaboración en tiempo real de los equipos de trabajo cumplen con el requerimiento RF-32. Tanto Google Workspace como Microsoft 365 permiten el trabajo colaborativo simultáneo y la compartición y gestión de acceso a los documentos.

4.3.2.7. Herramientas de Diagramación

Todas las herramientas exploradas para la diagramación colaborativa en tiempo real cumplen con el requerimiento RF-33. Las herramientas Lucidchart, diagrams.net y Microsoft Visio ofrecen funcionalidades de diagramación, permiten el trabajo colaborativo simultáneo y facilitan la compartición y gestión de acceso a los archivos.

4.3.2.8. Herramientas para Programación Colaborativa

Todas las herramientas exploradas para la programación colaborativa en tiempo real cumplen con el requerimiento RF-34. Las herramientas Replit, Codeshare y Microsoft Studio Code, con la extensión LiveShare, permiten la programación colaborativa simultánea y la compartición y gestión de acceso a los archivos.

4.4. Análisis de los Resultados

4.4.1. Evaluación y Elección de las Herramientas

4.4.1.1. Plataformas de Gestión del Aprendizaje (LMS)

En la evaluación del TEC Digital como plataforma LMS principal, se identificó que actualmente no cumple con todos los requerimientos categorizados como "Must Have" en la priorización. La principal carencia se encuentra en las capacidades de proctoring. Sin embargo, esta limitación se considera subsanable debido a la disponibilidad de integraciones y herramientas nativas del LMS que permitirían implementar esta funcionalidad. A continuación, se analizan las opciones de desarrollo interno e implementación de un LMS paralelo al TEC Digital.

Ruta 1. Desarrollo Interno

La viabilidad de esta solución se fundamenta en la reciente actualización de OpenACS (v.5.10.1), el LMS base del TEC Digital, que incorpora soporte nativo para Safe Exam Browser mediante el paquete "proctoring-support" [34]. Aunque el TEC Digital opera actualmente con la versión 5.9.1 de OpenACS, los ingenieros de la plataforma han indicado que, con frecuencia, los paquetes de versiones nuevas mantienen compatibilidad con versiones anteriores, sugiriendo que la implementación podría validarse en un entorno de desarrollo (Comunicación personal, Equipo del TEC Digital).

Consideraciones de Implementación

La implementación de las capacidades de proctoring en el TEC Digital requeriría un desarrollo interno que comprende tres hitos principales:

1. Integración con Safe Exam Browser mediante el paquete proctoring-support
2. Desarrollo del servicio de proctoring
3. Integración del sistema completo en el TEC Digital para uso de profesores y estudiantes

Antes de que esos hitos puedan ser alcanzados, es necesario asegurar la implementación del paquete proctoring-support en el núcleo del TEC Digital. Los tiempos de desarrollo, según los ingenieros del TEC Digital, varían en gran medida. La integración del paquete podría tomar entre dos y seis semanas si este es retrocompatible. En el escenario menos favorable, requiriendo una actualización completa del núcleo, el proceso podría extenderse indefinidamente ya que las ventanas de tiempo para actualización del TEC Digital son nulas (Comunicación personal, Equipo del TEC Digital) y requieren un extenso trabajo de colaboración por parte del equipo del TEC Digital.

Con el objetivo de determinar si el paquete es integrable dentro del código actual del TEC Digital, se revisaron las dependencias del paquete proctoring-support. Se identificaron las siguientes:

- Dependencia 1 - Paquete acs-templating, versión 5.10.1
 - o El sistema de plantillas ofrece una biblioteca de etiquetas y rutinas de soporte que permiten a desarrolladores y diseñadores gráficos trabajar de forma independiente. Las plantillas especifican el diseño de la página de manera separada de su contenido. Los diseñadores gráficos se enfocan en el diseño (la plantilla), mientras que los programadores se concentran en un script que genera el contenido (el código) [33].
- Dependencia 2 – Paquete xotcl-core, versión 5.10.1
 - o Este componente proporciona funcionalidades básicas para aplicaciones OpenACS que utilizan XOTcl. Incluye manejo de hilos XOTcl para OpenACS (soportando hilos persistentes y volátiles) y definiciones para documentar objetos, clases y métodos de XOTcl integrados con el navegador de API de OpenACS [35].

Ambas dependencias fueron actualizadas entre la versión 5.9.1 y la 5.10.1, por lo que la compatibilidad con el paquete proctoring-support requerirá que las funcionalidades actualizadas de esas dependencias sean implementadas, o que los requerimientos del paquete sean adaptados a las funcionalidades actuales de las dependencias desactualizadas. A partir del análisis de las dependencias y el paquete proctoring-support, se determina que es posible integrarlo en la plataforma del TEC Digital. Debido a que es necesario conciliar código entre versiones desactualizadas y actualizadas del código, se asume el mayor tiempo de integración estimado en seis semanas.

Estimación del desarrollo interno e integración con el TEC Digital

El tiempo estimado para el desarrollo interno, incluyendo la implementación del paquete proctoring-support dentro del núcleo del TEC Digital, es de veinte semanas. El costo estimado es de siete mil ochocientos dólares. Esta estimación, incluyendo las actividades del desarrollo, se corroboró con el profesor Juan Andrés Segreda (ver Apéndice AF. Revisión de la estimación de tiempo y costo para la integración de SEB en el TEC Digital.) por su vasta experiencia como arquitecto y administrador de soluciones de software.

A continuación, se desglosa la estimación realizada para el desarrollo interno de la solución de proctoring.

Definición de actividades y duración del desarrollo

En esta sección se detallan las actividades y estimación de tiempo para el desarrollo interno de la adaptación e integración de la herramienta de proctoring.

Actividad	Semanas																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Análisis de la documentación de OpenACS y el paquete proctoring-support	1	2																		
Revisión y actualización de dependencias		1	2	3	4	5														
- Paquete acs-templating		1	2																	
- Paquete xotel-core				1	2	3														
Análisis de la documentación de OpenACS y Safe Exam Browser							1													
Diseño de la integración							1	2												
Definición de APIs mínimas necesarias							1													
Desarrollo del servicio de proctoring									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
- Integración con Safe Exam Browser									1	2	3									
- Monitoreo de actividad												1	2	3	4					
- Panel para profesores															1	2	3			
- Logs de actividad																		1		
Pruebas de integración																			1	
Corrección de bugs críticos																			1	
Documentación básica																			1	2
Integración del paquete al TEC Digital																				1
Despliegue inicial																				1

Figura 6 Diagrama de Gantt para el Desarrollo e Integración de la Solución de Proctoring
Fuente: Elaboración propia (2024)

El proyecto se dividió en actividades que avanzan acumulativamente utilizando un marco de trabajo en cascada. Se estimó el tiempo de duración de cada actividad y se visualizaron en el diagrama de Gantt de la Figura 6. A continuación, se describen las actividades.

Primera Fase: Adaptación del paquete proctoring-support

1. Análisis de la documentación de OpenACS y el paquete proctoring-support

Fase inicial que comprende el estudio de la arquitectura y funcionamiento tanto de OpenACS como del paquete proctoring-support. Se examina la documentación técnica del paquete en la versión v5.10 de OpenACS y se analiza también la documentación de las dependencias del paquete.

2. Revisión y actualización de dependencias

Proceso de revisión, interpretación, análisis y modificación de las dependencias necesarias para la implementación del paquete proctoring-support.

a. Paquete acs-templating

Esta dependencia contempla aspectos de diseño e interfaz gráfica. Se analizarán las diferencias entre la versión del paquete encontradas entre la versión 5.9 y 5.10 de OpenACS. Se realizará un proceso de adaptación del código del paquete acs-templating así como el de proctoring-support para asegurar su correcto funcionamiento.

b. Paquete xotcl-core

Aborda aspectos de funcionalidades clave para el paquete. Similar al paso anterior, se compararán y contrastarán las versiones del paquete encontradas en OpenACS 5.9 y 5.10. Este proceso será más extenso debido a la naturaleza del código que se debe adaptar. Se implementarán los cambios necesarios tanto en el paquete xotcl-core como en el paquete proctoring-support.

Segunda Fase: Integración de la herramienta Safe Exam Browser

1. Análisis de la documentación de OpenACS y Safe Exam Browser

Fase que comprende el estudio de la arquitectura y funcionamiento tanto de OpenACS como de Safe Exam Browser. Se identifican los puntos de integración entre ambas tecnologías, así como sus capacidades y limitaciones técnicas.

2. Diseño de la integración

Etapas de planificación arquitectónica donde se define la estructura general del sistema de proctoring. Se establecen los flujos de datos entre los componentes, la arquitectura de la solución y los patrones de diseño a implementar. Este diseño constituye el fundamento técnico que guiará el desarrollo subsecuente.

3. Definición de APIs mínimas necesarias

Proceso de especificación de las interfaces de programación esenciales que facilitarán la comunicación entre el servicio de proctoring y Safe Exam Browser. Se definen los endpoints necesarios, los métodos de control de sesiones y los formatos de intercambio de datos, estableciendo así el protocolo de comunicación entre componentes.

4. Desarrollo del servicio de proctoring

Fase de implementación que abarca la codificación de los componentes principales del sistema. Incluye la integración con Safe Exam Browser para el control de sesiones de examen, el desarrollo del sistema de monitoreo para la detección de actividades sospechosas, la creación de un panel de control para profesores, y la implementación de un sistema de registro de eventos para el seguimiento de actividades. Específicamente, contiene las siguientes actividades:

a. Integración con Safe Exam Browser

Desarrollo de los componentes de software necesarios para establecer y mantener la comunicación bidireccional entre el servicio de proctoring y Safe Exam Browser. Esta integración implementa los protocolos de inicio y finalización de sesiones de examen, así como los mecanismos de control y validación del entorno seguro de evaluación.

b. Monitoreo de actividad

Implementación del sistema de vigilancia que captura y analiza en tiempo real los eventos generados durante una sesión de examen. Incluye la detección de cambios de ventana o pestañas del navegador, el registro de acciones del estudiante y la identificación de patrones de comportamiento potencialmente sospechosos durante la evaluación.

c. Panel para profesores

Desarrollo de la interfaz de usuario que permite a los docentes configurar y supervisar las sesiones de examen. Este módulo provee las funcionalidades básicas de gestión, incluyendo la configuración de parámetros de evaluación, la visualización del estado de los estudiantes en tiempo real y el acceso a las alertas generadas durante la sesión.

d. Logs de actividad

Sistema de registro que documenta cronológicamente los eventos significativos ocurridos durante las sesiones de examen. Implementa la persistencia de datos relacionados con las acciones de estudiantes y profesores, incidentes detectados y cambios en la configuración.

5. Pruebas de integración

Proceso sistemático de verificación que evalúa la correcta interacción entre los diferentes componentes del sistema. Se validan los flujos completos de examen y se asegura la estabilidad de la comunicación entre el servicio de proctoring, Safe Exam Browser y el TEC Digital.

El TEC Digital cuenta con un equipo de aseguramiento de calidad que es responsable de revisar todos los desarrollos integrados al TEC Digital. Con miras a acelerar este proceso, la estimación asumirá que este paso se llevó a cabo junto a un ingeniero de QA pagado por la escuela.

6. Corrección de bugs críticos

Fase de depuración donde se identifican y resuelven los defectos que comprometen la funcionalidad esencial del sistema. Se priorizan las correcciones que impactan directamente en la estabilidad y usabilidad básica de la herramienta. De forma similar al paso anterior, se asume que este paso lo realiza un ingeniero de QA pagado por la escuela.

7. Documentación básica

Elaboración de la documentación técnica fundamental que detalla los aspectos clave del sistema. Incluye manuales de instalación, guías de usuario para profesores y documentación técnica esencial para el mantenimiento futuro de la solución.

8. Integración del paquete al TEC Digital

Configuración del paquete en el ambiente de producción del TEC Digital. Comprende la migración de datos necesaria y la verificación del funcionamiento en el entorno real.

9. Despliegue inicial

Proceso final de implementación donde se activa el sistema, se evalúa su comportamiento y se da el soporte inicial durante la fase de adopción temprana.

Análisis de costos del desarrollo

Para el cálculo de los costos de desarrollo, se hicieron los siguientes supuestos y consideraciones:

- Se utiliza el ambiente de desarrollo existente ofrecido por el TEC Digital
- La administración del proyecto la realiza la Escuela de ATI
- Enfoque en funcionalidades mínimas viables
- Se aprovecha el código y plantillas existentes del TEC Digital
- No se incluye contingencia

La Tabla 35 resume los costos calculados:

Tabla 35

Costos del Desarrollo e Integración de la Solución de Proctoring

Rubro	Costo Semanal	Costo Total
Desarrollador	\$360	\$7,200
Ingeniero de QA	\$300	\$600
Total	\$660	\$7,800

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Los valores de costo semanal se calcularon basados en la lista de salarios mínimos del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social [27]. Además, se ajustaron a un perfil de profesional medio tomando en cuenta la expectativa salarial calculada por la página web Glassdoor [18] y se revisaron con el profesor Juan Andrés Segreda (ver Apéndice AF. Revisión de la estimación de tiempo y costo para la integración de SEB en el TEC Digital.).

Ruta 2. LMS Paralelo

Como punto de comparación, se consideró la alternativa de implementar un LMS paralelo. Las experiencias previas proporcionan marcos de referencia relevantes: al TEC le tomó seis meses implementar una primera versión operativa de OpenACS [14], mientras que la Universidad de Linnaeus, Suecia, reportó cinco meses para una implementación piloto de Canvas LMS [1]. Considerando estos precedentes, y de acuerdo con el juicio del profesor Juan Andrés Segreda, una implementación optimista en la escuela de ATI requeriría:

- 6 meses para la implementación técnica
- 1 semestre adicional para el despliegue de cursos

En total, la implementación completa ocuparía un año lectivo en el mejor de los casos.

En cuanto a la infraestructura e implementación técnica del sistema, existen dos opciones: adquisición del sistema mediante el modelo de software como servicio (SaaS) ofrecida por MoodleCloud, y la implementación del LMS en una infraestructura propia mediante el modelo de infraestructura como servicio (IaaS) con un proveedor de servicios de TI en la nube. Se analizó ambas alternativas para obtener un mejor entendimiento de las opciones disponibles.

Alternativa 1. Implementación IaaS con AWS

Se elaboró una cotización de servicios en AWS utilizando la documentación oficial de Moodle [28] y una estimación de los recursos necesarios para ofrecer el LMS a 500 usuarios con capacidades mínimas de almacenamiento y procesamiento. La cotización formal se puede consultar en el Apéndice L. Cotización de Servicios en AWS para el LMS Paralelo. La Tabla 36 presenta el resumen de los servicios y la configuración cotizada:

Tabla 36

Servicios de AWS y su Configuración para el LMS Paralelo

Servicio de AWS	Configuración
Simple Storage Service (S3)	Almacenamiento: 3TB
	Número de Consultas por mes: 1,000,000
	Datos consultados al S3: 1TB
Amazon EC2	Alojamiento: Instancias Compartidas
	Número de Instancias: 1
	Tipo de Instancia: t3a.2xlarge
	Sistema Operativo: Linux
	Plan de ahorro: Ahorro a 3 años, pago total por adelantado

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Se optó por las opciones que permitían ahorrar la mayor cantidad de dinero, como lo fue pagar, en el primer año, tres años de servicio del EC2 por adelantado. Los gastos totales por los primeros tres años se presentan en la Tabla 37.

Tabla 37
Costos de la Infraestructura para la Implementación de Moodle durante Tres Años

Producto o Servicio	Primer Año	Segundo Año	Tercer Año	Total
Amazon S3	\$ 989.04	\$ 989.04	\$ 989.04	\$2967.12
Amazon EC2	\$2,972.27	\$0	\$0	\$2,972.27
Total	\$3,961.31	\$ 989.04	\$ 989.04	\$5,939.39

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Esta estimación para Moodle representa un escenario favorable, omitiendo factores como:

- Costo de la configuración del sistema
- Retrasos en la implementación
- Necesidad de retrabajo
- Cambios en etapas avanzadas
- Requerimientos adicionales de infraestructura
- Necesidades expandidas de almacenamiento

Alternativa 2. Implementación SaaS con MoodleCloud

Moodle Cloud actualmente ofrece cinco niveles de precios dependiendo del tamaño de la organización. Estos se presentan en la Figura 7.

Starter	Mini	Small	Medium	Standard
\$140 USD	\$230 USD	\$420 USD	\$960 USD	\$1,810 USD
Annual	Annual	Annual	Annual	Annual
● 50 users	● 100 users	● 200 users	● 500 users ● Custom domain add-on*	● 750 users ● Custom domain included*
Buy now	Buy now	Buy now	Buy now	Buy now

Figura 7 Niveles de Precios de Moodle Cloud
Fuente: MoodleCloud (2024)

Considerando que hay cuatrocientos diecinueve estudiantes activos en la carrera de ATI para el segundo semestre del 2024, es razonable escoger el cuarto nivel que incluye quinientos usuarios. Sin embargo, a pesar de que el precio parece razonable a primera vista, Moodle Cloud cuenta con limitaciones severas en términos de almacenamiento.

De acuerdo con una página de soporte oficial de MoodleCloud [30], la cantidad máxima de almacenamiento para todo el sistema es de 50GB en la versión más completa que MoodleCloud denomina “Estándar”. La versión mediana cuenta con solo 20GB de almacenamiento. La página de soporte de MoodleCloud indica que “La única forma de obtener almacenamiento adicional es mejorar tu plan. Actualmente no ofrecemos la opción de complementos, como almacenamiento extra, en ninguno de nuestros planes.” (traducción propia).

Esta limitación es un obstáculo insalvable para la universidad. 50GB para la administración de todos los cursos de la carrera es simplemente insuficiente. Incluyendo el curso TI9000 Trabajo Final de Graduación, la carrera cuenta con cuarenta y tres cursos de acuerdo con el plan de estudios vigente (ver el Anexo IV. Plan de Estudios 2053). Cada curso tendría a su disposición 1,16Gb para almacenar los contenidos del curso, así como los archivos de todos los estudiantes. Un curso por lo general incluye al menos el plan del curso, los enunciados de las tareas, las evaluaciones con sus resultados, y los entregables de los estudiantes. Asumiendo que la información propia del curso permita disponer de 1GB para la información de cada estudiante, en un curso de veinte estudiantes, el espacio resultante por estudiante es de aproximadamente 58MB. Aún si esto fuera suficiente, los datos no podrían retenerse por más de un semestre, por lo que no habría retención de información. Por esta razón, se descarta la alternativa de MoodleCloud.

La empresa Instructure, que ofrece la implementación SaaS del LMS Canvas, menciona limitaciones similares a las de MoodleCloud [21]. La implementación de Canvas en la Universidad de Pensilvania permite un máximo de 2Gb por curso [53]. Otras alternativas, como la página web WebHostingZone, ofrecen una implementación de Canvas con 300Gb de almacenamiento por dos mil cuatrocientos dólares anuales [55]. Ese costo suma siete mil doscientos dólares al cabo de tres años, ubicándolo en el mismo rango de costo de la implementación de la herramienta de proctoring en el TEC Digital.

El análisis comparativo resulta particularmente revelador: en menos de cuatro años de operación de Moodle implementado mediante IaaS, o Canvas implementado en WebHostingZone, el gasto acumulado superaría el costo del desarrollo interno de la solución de proctoring para el TEC Digital. Esto sin tomar en cuenta que la estimación de Moodle omite costos y hace supuestos que la favorecen. La implementación de un LMS paralelo además implicaría un compromiso financiero continuo para la escuela de ATI. Quiere decir que los gastos se mantendrían en el tiempo, a diferencia del desarrollo interno.

Consideraciones finales

Otras consideraciones al respecto de la comparativa entre el TEC Digital y un LMS paralelo:

- No solo es necesario implementar el sistema, sino mantenerlo. ATI sería responsable del mantenimiento del sistema implementado mediante IaaS, lo que consume recursos de todo tipo.
- El LMS paralelo ofrece estandarización e integración entre las clases ofrecidas por la escuela de ATI. Sin embargo, las demás escuelas, que también ofrecen clases que los

estudiantes de ATI deben cursar, utilizan el TEC Digital. El valor de estandarización y unicidad de las herramientas que se identificó como necesidad de los estudiantes se vería afectado por la discrepancia en el uso de sistemas LMS cuando se toman cursos de otras escuelas.

- El TEC Digital es una herramienta personalizada para el TEC. Las integraciones y mejoras futuras beneficiarán a la escuela de ATI sin necesidad de invertir en más desarrollos internos, mantenimiento propio u otros esfuerzos que consumen recursos.

Tomando en cuenta estas consideraciones, y después de evaluar los costos, el tiempo y los compromisos a largo plazo de ambas rutas identificadas, no se encuentra justificación suficiente para recomendar la implementación de un LMS paralelo al TEC Digital.

4.4.1.2. Herramientas de Videoconferencia

Para videoconferencias, se selecciona Microsoft Teams sobre Zoom. Si bien ambas herramientas cubren la misma cantidad de requerimientos, Teams ofrece ventajas estratégicas al presentar una integración superior con otras herramientas del ecosistema Microsoft. Además, Teams incluye más funcionalidades de pizarra colaborativa y almacenamiento integrado que complementan la experiencia educativa. A continuación, se listan las principales razones para escoger Teams sobre Zoom:

- Integración Nativa con Microsoft 365

Teams se integra profundamente con el ecosistema de Microsoft 365, lo que permite un flujo continuo entre herramientas como Word, Excel, PowerPoint y OneDrive. Gracias a esta integración, estudiantes y profesores pueden trabajar en documentos colaborativos directamente en Teams sin necesidad de cambiar de plataforma. Además, abre la puerta a la integración de otras herramientas como Whiteboard, Planner y Visio las cuales ofrecen capacidades aumentadas para los profesores y estudiantes.

- Sincronización con Calendarios de Outlook

Teams está completamente sincronizado con Outlook, lo que facilita la programación de reuniones y recordatorios. Esto permite al personal y estudiantes gestionar fácilmente horarios de clase, tutorías y eventos desde un calendario compartido e integrado entre sus herramientas.

- Uso Simplificado de SharePoint y OneDrive

Teams utiliza SharePoint para el almacenamiento de archivos compartidos y OneDrive para archivos personales, lo que facilita la organización y el acceso a documentos y proyectos en la nube. Esto permite que estudiantes y profesores accedan a documentos compartidos y privados sin salir de la plataforma, optimizando así el trabajo colaborativo y contribuyendo a la estandarización de las herramientas y unificación de la plataforma.

- Seguridad y Cumplimiento de Normativas

Teams ofrece cumplimiento con estándares de seguridad, que están alineados con los requisitos de privacidad y protección de datos. Las configuraciones avanzadas de privacidad y control de datos de Microsoft 365 ayudan a proteger la información académica y personal de la comunidad, algo por lo que Zoom ha sido criticado en el pasado [54].

- Integración con Herramientas de Evaluación y LMS

Teams se integra directamente con el TEC Digital, a diferencia de Zoom. El TEC ofrece una integración similar con Zoom mediante una página web llamada Agenda Zoom [48]. Sin embargo, esta no se encuentra integrada dentro del LMS de la institución. Esta funcionalidad facilita la gestión de las clases y unifica la experiencia para los profesores.

- Acceso a Recursos Institucionales desde un Solo Entorno

Teams permite centralizar herramientas y recursos que forman parte del ecosistema Microsoft 365, eliminando la necesidad de cambiar constantemente de plataforma. Esto logra una experiencia de aprendizaje más fluida y menos fragmentada, lo cual resulta ideal si se busca la estandarización e integración de herramientas.

4.4.1.3. Herramientas de Actividades y Gamificación

El análisis se centró en tres plataformas principales: Blooket, Nearpod y ClassKick. Aunque estas herramientas comparten el objetivo común de incrementar la interactividad en el aula virtual, cada una presenta características distintivas que las diferencian en ciertos aspectos que impactan su implementación. La Tabla 38 muestra las distinciones entre las tres herramientas.

Tabla 38

Comparación de las Herramientas de Gamificación Escogidas

Aspecto	Blooket	Nearpod	ClassKick
Usuarios Concurrentes	60	40	Ilimitado (recomienda 30-35 para evitar problemas de carga)
Almacenamiento	Conjuntos de preguntas ilimitadas	100 MB	20 asignaciones
Integraciones Disponibles	Quizlet Teams (con extensión de Chrome de terceros) Embedding	Google Classroom Microsoft Teams Canvas LMS PowerPoint/Google Slides	Google Classroom Embedding Clever

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Blooket destaca por su capacidad para manejar hasta 60 usuarios concurrentes, un límite que se ajusta adecuadamente a las necesidades típicas de los cursos universitarios. Una de sus ventajas es la posibilidad de crear y mantener conjuntos de preguntas ilimitados, característica particularmente valiosa para profesores que imparten múltiples cursos y necesitan mantener un

banco de recursos educativos extenso y reutilizable. La plataforma también ofrece una integración valiosa con Quizlet, permitiendo la importación de contenido existente para profesores que usan esa herramienta. Además, existe la posibilidad de integración con Microsoft Teams mediante una extensión del navegador Google Chrome.

Nearpod, por su parte, limita la participación a 40 usuarios concurrentes y ofrece 100 MB de almacenamiento en su versión gratuita. Aunque estas restricciones podrían ser suficientes para algunos contextos, pueden resultar limitantes para cursos más grandes o para profesores que necesitan mantener una biblioteca sustancial de contenido multimedia. Sin embargo, la plataforma compensa estas limitaciones con una amplia gama de integraciones, incluyendo Google Classroom, Microsoft Teams, Canvas LMS, y la capacidad de incorporar contenido desde PowerPoint y Google Slides.

ClassKick adopta un enfoque diferente, ofreciendo usuarios concurrentes ilimitados, pero recomendando grupos de treinta a treinta y cinco estudiantes para mantener un rendimiento óptimo. La herramienta se distingue por limitar a veinte el número de asignaciones que pueden mantenerse activas, una limitación para profesores que manejan múltiples cursos o desean mantener un banco extenso de actividades. No obstante, ofrece integraciones valiosas con Google Classroom y la capacidad de embedding en diversas plataformas.

Para actividades y gamificación, se selecciona Blooket como la herramienta principal. Su limitación de sesenta usuarios concurrentes resulta menos perjudicial que la limitación de veinte asignaciones de ClassKick. Su característica de conjuntos de preguntas ilimitados es particularmente valiosa para profesores que manejan múltiples cursos. La integración con Quizlet permite importar contenido existente, mientras que la extensión para Chrome facilita su uso con Teams. Esta selección permite a los profesores construir y mantener un banco de recursos educativos lúdicos reutilizables con pocas restricciones.

4.4.1.4. Herramientas de Pizarra Colaborativa

La decisión entre utilizar una pizarra integrada o una solución especializada dependerá en gran medida del contexto específico de cada curso y las necesidades particulares del profesor. Mientras que las pizarras integradas en plataformas de videoconferencia ofrecen la ventaja de una experiencia más integrada y un flujo de trabajo más directo, las soluciones especializadas proporcionan herramientas con más capacidades para casos que requieren funcionalidades avanzadas o específicas. Sin embargo, estas herramientas acarrearán costos adicionales si se desea acceder a las funcionalidades avanzadas o a las capacidades que las vuelven suficientes para clases de muchos estudiantes.

Es importante señalar que las herramientas de pizarra colaborativa pueden en ocasiones traslapar sus funcionalidades con las herramientas de diagramación. Es posible que los profesores se beneficien de apegarse a la pizarra virtual de la herramienta de videoconferencia si la inclinación a cierta herramienta de pizarra colaborativa se debe a funcionalidades avanzadas de diagramación. Cuando necesite las funcionalidades de diagramación, la herramienta específica para esa funcionalidad le ofrecería mejores capacidades.

La recomendación para la herramienta de pizarra colaborativa es que se aproveche la funcionalidad integrada en Teams (Microsoft Whiteboard). Esta elección simplifica el flujo de trabajo, ya que la pizarra se guarda automáticamente en OneDrive al terminar cada sesión. Además, asegura una experiencia más integrada y estandarizada para los cursos. Para casos que requieran capacidades más avanzadas de diagramación o proyectos más elaborados, se cuenta con otras herramientas. Por ejemplo, Microsoft Visio (diagramas) y Microsoft Planner (tableros Kanban), disponible a través de la suite de Microsoft 365.

4.4.1.5. Herramientas de Proctoring

En cuanto al proctoring, se opta por implementar Safe Exam Browser con un desarrollo interno como se detalló en la sección 4.4.1.1 de este documento. Esta decisión se fundamenta en varios factores explicados anteriormente: es una solución de código abierto, cuenta con soporte nativo en la versión 5.10 de OpenACS, y ofrece la flexibilidad necesaria para implementar distintos servicios de vigilancia, incluyendo el desarrollo de uno propio.

Requiere una inversión inicial de aproximadamente \$7,800 de acuerdo con la estimación realizada, resulta más económica a largo plazo que las alternativas comerciales que exigen pagos recurrentes. A continuación, se compara el costo entre las herramientas para un curso de sesenta estudiantes que realiza tres exámenes de dos horas. Se optó por las opciones de mayor ahorro.

- ProctorU

ProctorU tiene un costo mínimo de \$25 por examen [5]. Para un curso de sesenta personas que realiza tres exámenes de dos horas, el costo anual sería de \$4,500.

- Proctorio

Proctorio ofrece un modelo de licenciamiento anual por usuario. El precio es de \$17.5 por estudiante y cubre cualquier cantidad de exámenes [24]. Para un grupo de sesenta personas, el costo anual sería de \$1,050.

- ExamSoft

Turnitin, la empresa dueña de ExamSoft, no comparte el precio de su herramienta de forma pública. Sin embargo, un documento publicado por Widener University Commonwealth Law School indica que el costo de la herramienta es de \$60 por estudiante por año académico [56]. Para un grupo de sesenta personas, el costo anual sería de \$3,600

Proctorio resalta por su bajo costo mientras que al mismo tiempo cubre todos los requerimientos elicitados. Sin embargo, existen consideraciones adicionales que beneficiaron a Safe Exam Browser ante esta alternativa. De acuerdo con la cantidad de estudiantes activos durante el segundo semestre del año 2024, y asumiendo una distribución equitativa de los estudiantes en los semestres de la carrera, ATI tendría un aproximado de cuarenta y dos estudiantes en el semestre diez. Este es el único semestre donde los estudiantes no realizan exámenes de ningún tipo. Quiere decir que hay un estimado de trescientos setenta y siete estudiantes en semestres en los que se realizan exámenes para cursos de la escuela de ATI.

Si los cursos virtuales solo se ofrecen a partir del semestre cinco, y solo la mitad de los cursos de esos semestres se ofrecen bajo esta modalidad, esto da un total de cuatro semestres que cubren veintisiete cursos de carrera. Bajo la distribución equitativa asumida anteriormente, esto resulta en ciento sesenta y ocho estudiantes que cursarían al menos un curso virtual concurrentemente. Quiere decir que, bajo estos supuestos, un año lectivo utilizando Proctorio le costaría a la escuela de ATI aproximadamente \$2,940. Al cabo de tres años, ATI habría pagado \$8,820. Esto ubica a Proctorio en una situación similar a la de Moodle en la sección 4.4.1.1. Incluso si los costos de la integración de SEB se hubieran subestimado en un 30%, un costo total de \$10,140 es menor a cuatro años de uso de Proctorio asumiendo que la carrera mantiene la misma cantidad de estudiantes. Ante la alternativa de incurrir en costos anuales recurrentes estimados de \$2,940, se decidió optar por la integración de Safe Exam Browser.

4.4.1.6. Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo

Tanto Google Workspace como Microsoft 365 mantienen niveles similares de integración con el TEC Digital. Sin embargo, las herramientas de Microsoft demuestran una ventaja sobre sus contrapartes de Google en términos de funcionalidades e integración institucional. La disponibilidad de la suite completa de Microsoft 365 a través del TEC proporciona beneficios adicionales, incluyendo almacenamiento expandido en OneDrive y acceso a otras aplicaciones especializadas como Microsoft Project, Microsoft PowerAutomate, entre otras.

Para colaboración y trabajo en equipo, se selecciona Microsoft 365 sobre Google Workspace. Si bien ambas suites tienen integración con Teams, Microsoft 365 destaca por su mejor integración, y por ser provisto y mantenido por el TEC. Esto no solo garantiza mayor capacidad de almacenamiento, sino que también proporciona acceso a herramientas especializadas como Project, PowerAutomate y Visio, expandiendo las capacidades disponibles para docentes y estudiantes.

4.4.1.7. Herramientas de Diagramación

La exploración anterior de las herramientas arrojó tres principales productos de diagramación colaborativa: Lucidchart, diagrams.net y Microsoft Visio. En términos de funcionalidades fundamentales, las tres herramientas presentan capacidades notablemente similares, permitiendo la creación de diagramas técnicos, flujos de trabajo, mapas conceptuales y otros tipos de visualizaciones necesarias en el contexto educativo. Sin embargo, las diferencias significativas emergen en tres aspectos clave: la modalidad de acceso, las capacidades de integración, y el modelo de implementación.

Lucidchart se presenta como una solución puramente basada en la web, lo que facilita el acceso desde cualquier dispositivo con conexión a internet sin requerir instalación. Esta aproximación, aunque conveniente para muchos usuarios, limita las posibilidades de trabajo sin conexión. Por su parte, diagrams.net adopta un enfoque híbrido, ofreciendo tanto una aplicación web como la posibilidad de instalación local a través de su repositorio en GitHub. Esta flexibilidad permite a los usuarios trabajar en sus diagramas incluso sin conexión a internet, sincronizando los cambios posteriormente.

Microsoft Visio destaca por ofrecer la integración más completa entre sus versiones web y de escritorio. Los usuarios pueden alternar fluidamente entre ambas modalidades, aprovechando las ventajas de cada una según sus necesidades específicas. La versión de escritorio proporciona capacidades avanzadas de diagramación técnica y profesional, mientras que la versión web facilita la colaboración en tiempo real y el acceso desde cualquier dispositivo.

La principal distinción entre estas herramientas radica en su capacidad de integración con los demás componentes de la solución propuesta. Visio, al formar parte del ecosistema Microsoft, ofrece una integración natural con herramientas de Microsoft 365 que ya están en uso en el TEC. Esta integración se manifiesta en aspectos como el almacenamiento automático en OneDrive, la colaboración en tiempo real a través de Teams, y la capacidad de insertar diagramas directamente en documentos y presentaciones de Office.

4.4.1.8. Herramientas para Programación Colaborativa

Para facilitar la selección de la herramienta de diagramación, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos clave: Soporte de lenguajes, capacidades de colaboración, y aspectos técnicos y operativos. En la Tabla 39 a continuación se realiza la comparación de las herramientas de acuerdo con los tres rubros definidos.

Tabla 39

Comparación de las Herramientas de Programación Colaborativa

Herramienta	Soporte de Lenguajes	Colaboración	Operación
VS Code con Live Share	Soporte prácticamente universal de lenguajes	Visualización inmediata de cambios	Permite trabajo <i>offline</i> con sincronización posterior
	Sistema extensible mediante plugins	Depuración compartida	Almacenamiento local e integrado con GitHub
	Integración con compiladores y <i>runtime environments</i>	Mayor privacidad y control	Configuración inicial compleja
CodeShare	Soporte para una gran cantidad de lenguajes	Visualización inmediata de cambios	No permite la ejecución de código
	Identificación de sintaxis con indentación automática	Compartir proyectos con URLs	Depende de una conexión a internet
Replit	Conjunto limitado de lenguajes	Visualización inmediata de cambios	Depende de una conexión a internet
	Enfoque principal en lenguajes para desarrollo web	Depuración compartida	Configuración inicial sencilla
	Entornos preconfigurados para lenguajes populares	Compartir proyectos con URLs	Limitación en la cantidad de proyectos disponibles para la versión gratuita

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Para la programación colaborativa se selecciona Visual Studio Code con la extensión LiveShare. Esta combinación ofrece el mayor soporte de lenguajes de programación de las herramientas evaluadas, permite el desarrollo offline con sincronización posterior, y se integra directamente con el ecosistema Microsoft. Al ser una herramienta que ofrece todas sus capacidades principales de desarrollo sin limitaciones de forma gratuita, representa la opción más versátil para las necesidades de programación en el contexto de la carrera de ATI.

4.4.2. Formulación de la Solución

El análisis de la percepción y las necesidades de las poblaciones estudiadas, así como la exploración y evaluación de las herramientas disponibles para cubrir los requerimientos que abordan esas necesidades, se utilizaron para formular la solución tecnológica objetivo de la investigación. En las siguientes secciones finales del documento se enlistan las herramientas que conforman la solución, se detallan las integraciones entre las herramientas, se explica el proceso de implementación de las integraciones entre herramientas y se presenta un temario de capacitación para los profesores.

4.4.2.1. Herramientas que Conforman la Solución

Mediante la integración de las herramientas escogidas, se pretende formular una solución que unifica las actividades que anteriormente se realizaban en espacios separados y poco o nada integrados. La solución tecnológica propuesta incluye las herramientas listadas en la Tabla 40. La selección de estas herramientas y su justificación se presenta en la sección 4.4.

Tabla 40

Herramientas que Conforman la Solución Tecnológica

Categoría de Herramienta	Herramienta Seleccionada
Plataforma de Gestión del Aprendizaje	TEC Digital
Videoconferencia	Microsoft Teams
Actividades y Gamificación	Blooket
Pizarra Colaborativa	Microsoft Whiteboard
Proctoring	Safe Exam Browser
Colaboración y Trabajo en Equipo	Microsoft 365
Diagramación	Microsoft Visio
Programación Colaborativa	Visual Studio Code con LiveShare

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.4.2.2. Integraciones entre herramientas

En general, las herramientas escogidas permiten la integración entre ellas. Dos de ellas, sin embargo, no tienen una integración directa con las demás aplicaciones. Para facilitar la comprensión de las integraciones, se clasificaron en dos categorías que serían posteriormente diagramadas:

- Incrustación Estática

Este tipo de integración permite la incrustación de una herramienta dentro de otra. Esto permite compartir contenido y mostrar información actualizada de una herramienta desde otra distinta. Para la solución propuesta, la única relación de este tipo presente en la solución existe entre TEC Digital y Microsoft Visio.

- Integración Bidireccional

Este tipo de integración permite el flujo bidireccional de información. Las herramientas se comunican entre ellas y se actualizan. Esto permite una funcionalidad fluida y constante sin importar de qué forma se acceda a la aplicación. Por ejemplo, Microsoft Teams permite la integración de diagramas de Microsoft Visio. Estos pueden ser actualizados colaborativamente dentro de Microsoft Teams y en las versiones de escritorio y de navegador de Microsoft Visio. Todos los cambios realizados al diagrama se reflejan en tiempo real dentro de Microsoft Teams.

Las aplicaciones que no presentan integraciones directas con las demás herramientas se relacionaron con la herramienta mediante la cual se presentarían a la clase. Este tipo de relación solo sucede para las herramientas Blooket y Microsoft VS Code. Como ambas serían presentadas por los profesores utilizando la herramienta de videoconferencia, se relacionaron con Microsoft Teams.

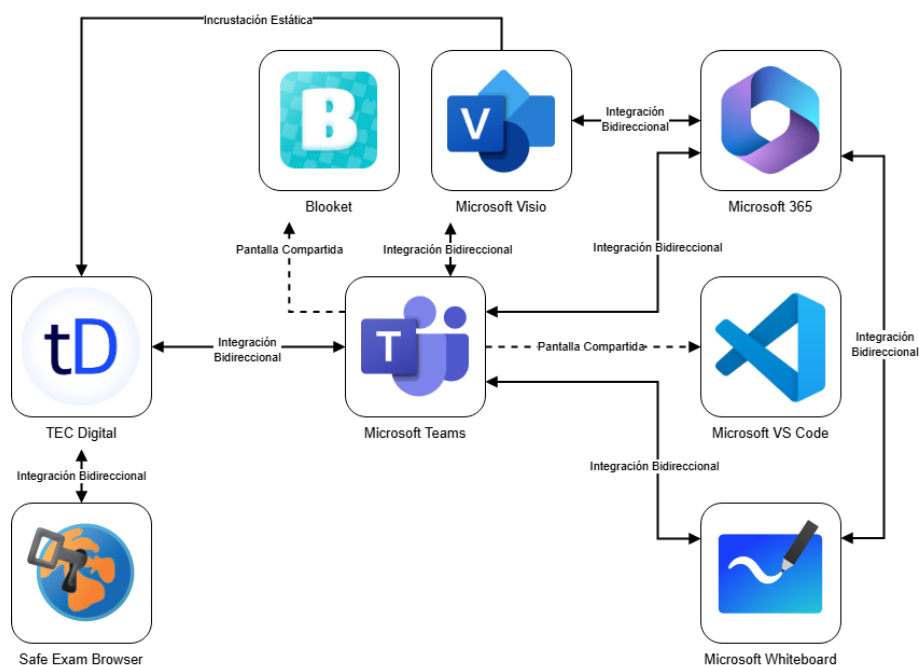


Figura 8 Diagrama de Integraciones entre las Herramientas
Fuente: Elaboración propia (2024)

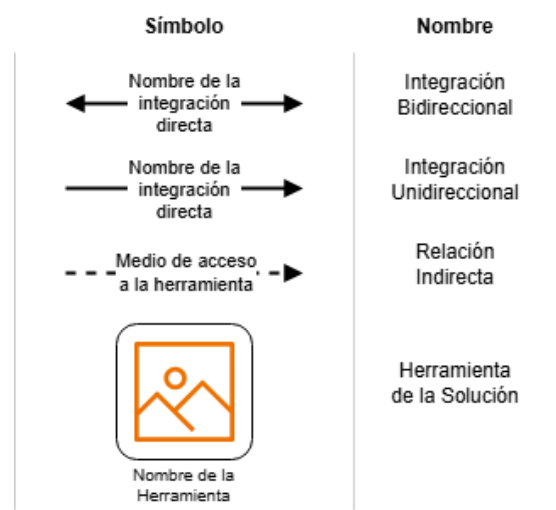


Figura 9 *Convenciones del Diagrama de Integración*
Fuente: Elaboración propia (2024)

La Figura 8 muestra las relaciones entre las herramientas que conforman la solución, mientras que la Figura 9 define las convenciones del diagrama. Las flechas en las integraciones directas representan el flujo de información, mientras que en las relaciones indirectas apuntan a la herramienta que está siendo utilizada o presentada en la herramienta de origen. Por ejemplo, la relación indirecta que origina en Microsoft Teams y apunta hacia Blooket indica que Microsoft Teams está haciendo uso de Blooket. En ese caso particular, es mediante la compartición de la pantalla en la clase. En la Tabla 41 se detallan todas las integraciones de la solución propuesta.

Tabla 41
Integraciones de la Solución Tecnológica

Herramienta de Origen	Herramienta de Destino	Tipo de Integración	Dirección de la Integración	Descripción de la Integración
TEC Digital	Microsoft Visio	Directa	Unidireccional	Incrustación de los diagramas de Microsoft Visio dentro del editor de texto enriquecido TinyMCE utilizado por el TEC Digital.
TEC Digital	Microsoft Teams	Directa	Bidireccional	Integración preexistente del TEC Digital con Microsoft Teams para agendar y gestionar reuniones y clases.
TEC Digital	Safe Exam Browser	Directa	Bidireccional	Gestión de los procesos de proctoring y detección y restricción del acceso a evaluaciones en el TEC Digital mediante Safe Exam Browser.

Microsoft Teams	Blooket	Indirecta	Unidireccional	Realización de actividades en Blooket utilizando la función de compartir pantalla dentro de Microsoft Teams.
Microsoft Teams	Microsoft Visio	Directa	Bidireccional	Adición de pestañas que contienen implementaciones totalmente funcionales de Microsoft Visio dentro del equipo de Microsoft Teams para la diagramación colaborativa.
Microsoft Teams	Microsoft 365	Directa	Bidireccional	Colaboración en tiempo real mediante pestañas que integran documentos de Microsoft 365 (Word, PowerPoint y Excel) dentro de los equipos de Microsoft Teams para edición compartida.
Microsoft Teams	Microsoft VS Code con LiveShare	Indirecta	Unidireccional	Colaboración en tiempo real en Microsoft VS Code mediante la extensión Live Share y la función de compartir pantalla en Microsoft Teams.
Microsoft Teams	Microsoft Whiteboard	Directa	Bidireccional	Implementación nativa de Microsoft Whiteboard dentro de Microsoft Teams para sesiones de trabajo colaborativo en pizarras digitales interactivas.
Microsoft Whiteboard	Microsoft 365	Directa	Bidireccional	Almacenamiento y acceso de pizarras digitales de Microsoft Whiteboard como archivos en Microsoft 365 para edición y colaboración asincrónica fuera de Microsoft Teams.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

4.4.2.3. Proceso de Implementación de las Integraciones

En este apartado se explica el proceso de implementación de cada integración de la solución. Se muestra la manera de unir las herramientas y hacerlas trabajar de forma unificada.

TEC Digital & Microsoft Visio

1. Ingresar a la página web de Microsoft 365 con las credenciales institucionales
2. Buscar la herramienta Visio (ver la Figura 10)

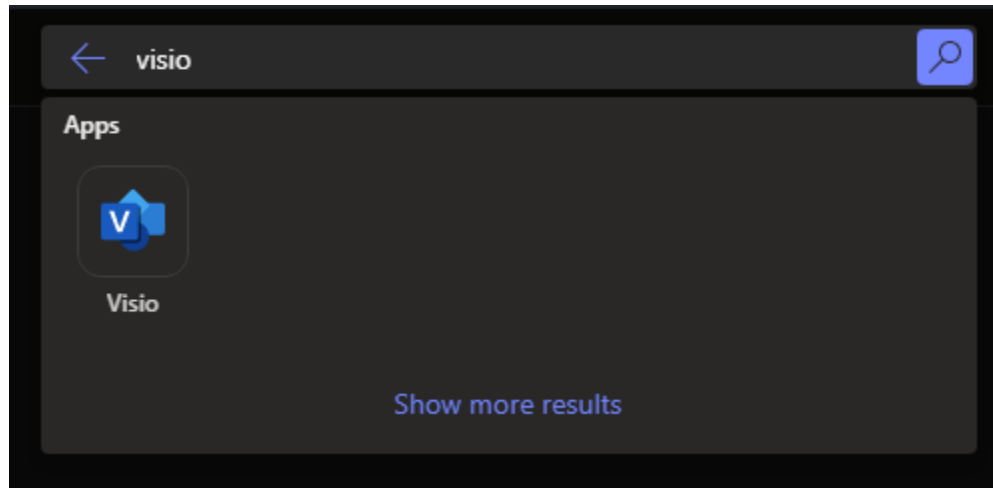


Figura 10 Búsqueda de la Herramienta Visio en Microsoft 365
Fuente: Elaboración propia (2024)

3. Crear un diagrama nuevo o abrir uno ya creado (ver la Figura 11)

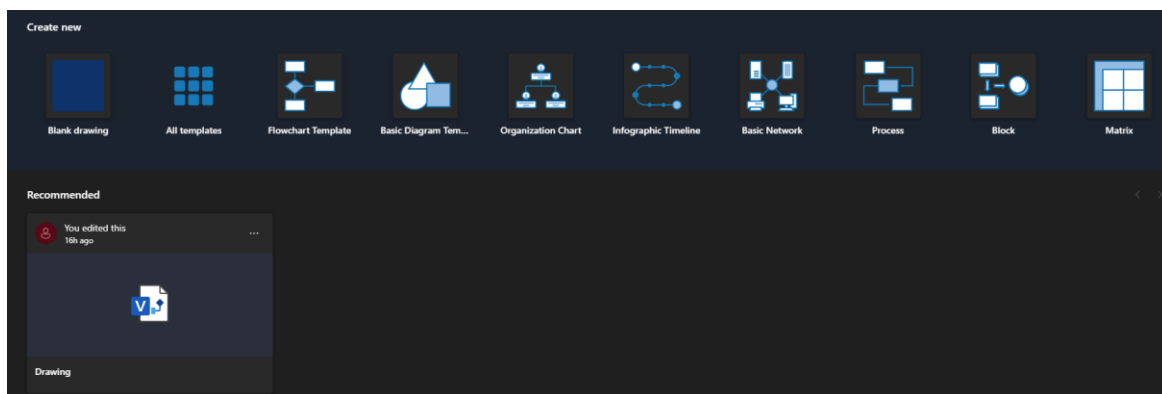


Figura 11 Pantalla Principal de Visio en Microsoft 365
Fuente: Elaboración propia (2024)

- a. Si se abre un diagrama ya creado, hacer clic en la opción “Editar diagrama” y luego en “Editar en el explorador” (ver la Figura 12)

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

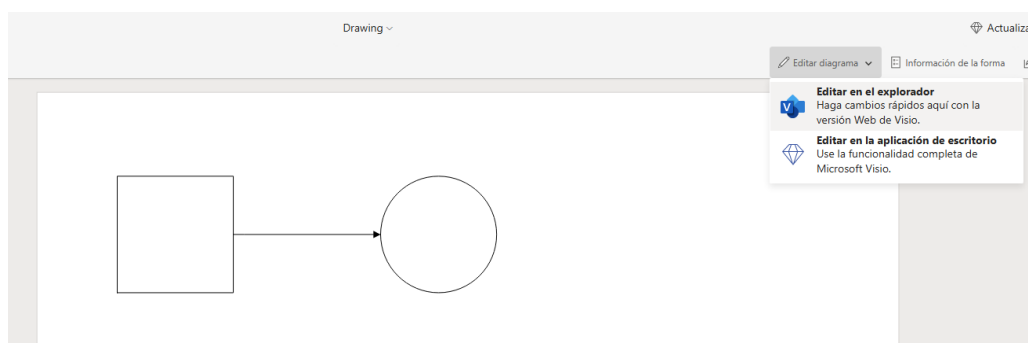


Figura 12 Opciones de Edición de Microsoft Visio
Fuente: Elaboración propia (2024)

4. Hacer clic en la pestaña llamada Archivo, y después navegar a la opción Compartir y escoger la opción Insertar (ver la Figura 13 y la Figura 14)

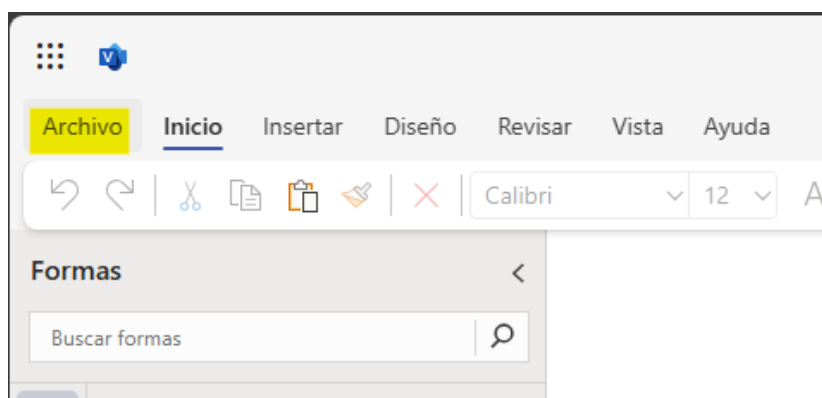


Figura 13 Ubicación del botón "Archivo" en Microsoft Visio
Fuente: Elaboración propia (2024)



Figura 14 Ubicación de la opción "Insertar" en Microsoft Visio
Fuente: Elaboración propia (2024)

5. Escoger las dimensiones, página, posición y acercamiento del diagrama, y después, copiar el “Código para Insertar” (ver la Figura 15)

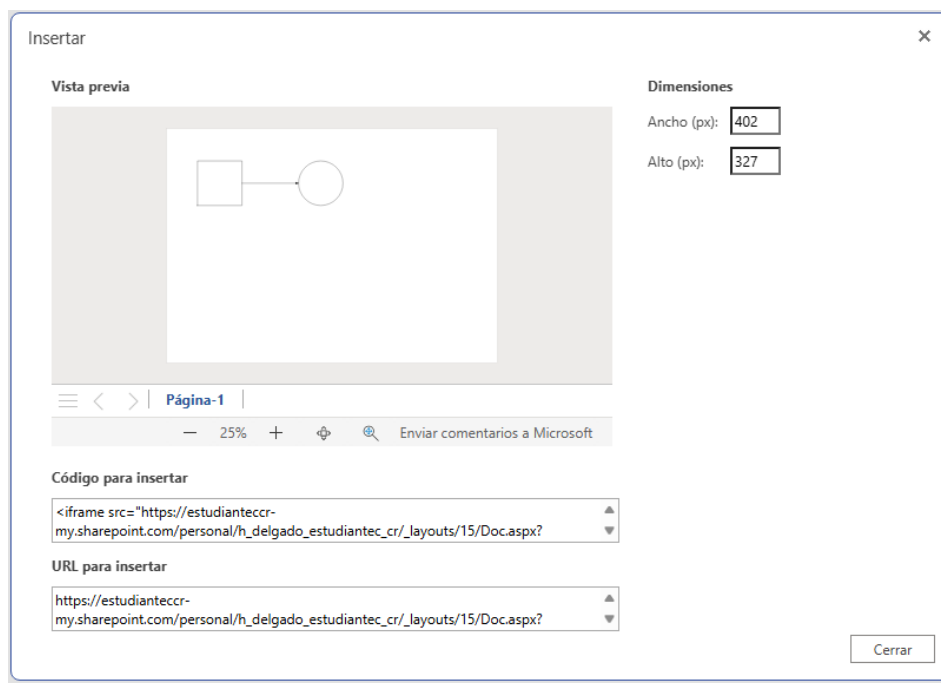


Figura 15 Opciones de Incrustación de Diagramas de Microsoft Visio
Fuente: Elaboración propia (2024)

6. Abrir la página de edición del TEC Digital para el curso y sección donde se desea incrustar el diagrama (ver la Figura 16)

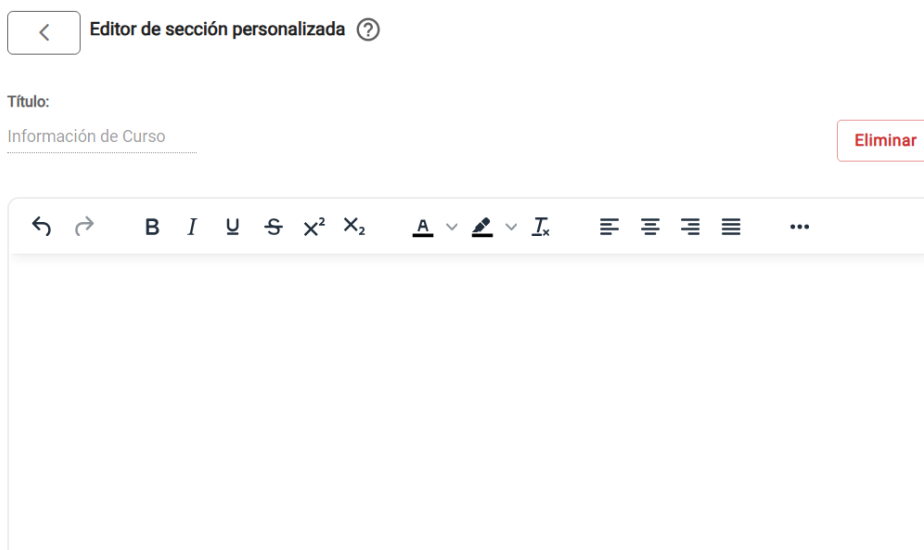


Figura 16 Editor de Texto TinyMCE dentro del TEC Digital
Fuente: Elaboración propia (2024)

7. Abrir el menú de tres puntos y escoger la opción “Código Fuente” (ver la Figura 17)

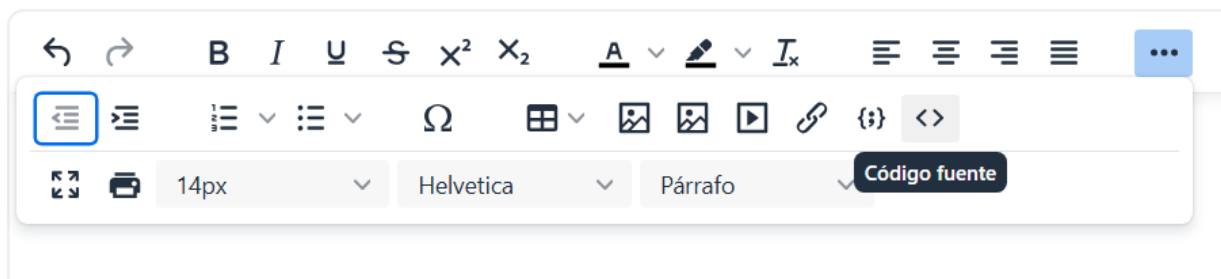


Figura 17 Opción de Edición del Código Fuente dentro de TinyMCE en el TEC Digital
Fuente: Elaboración propia (2024)

8. Pegar el código de incrustación (ver la Figura 18)

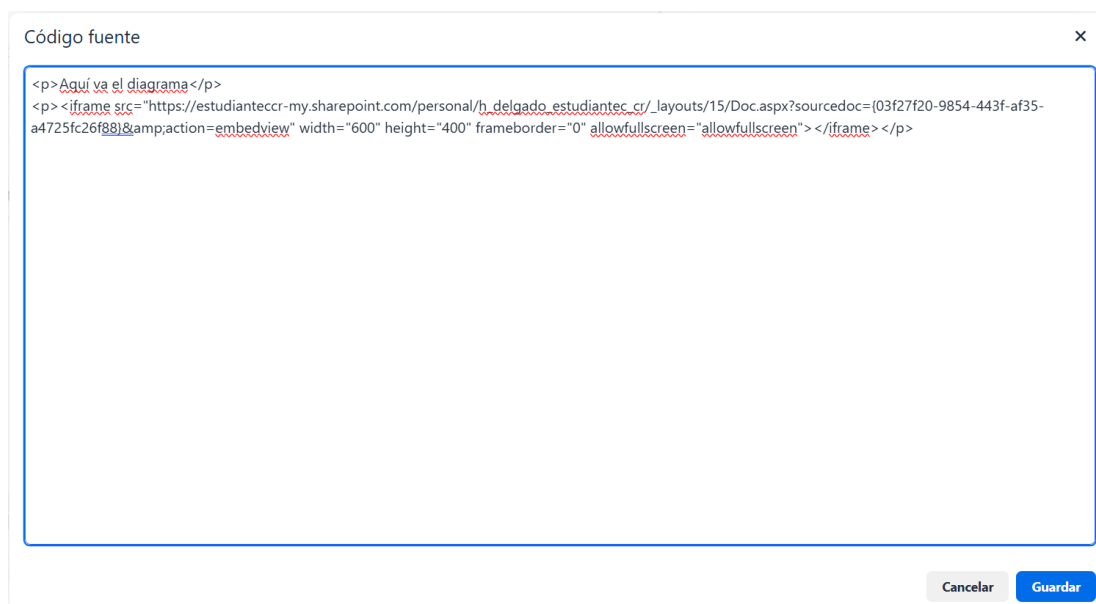


Figura 18 Inserción del Código de Incrustación de Visio en el TEC Digital
Fuente: Elaboración propia (2024)

9. Guardar los cambios realizados (ver la Figura 19)

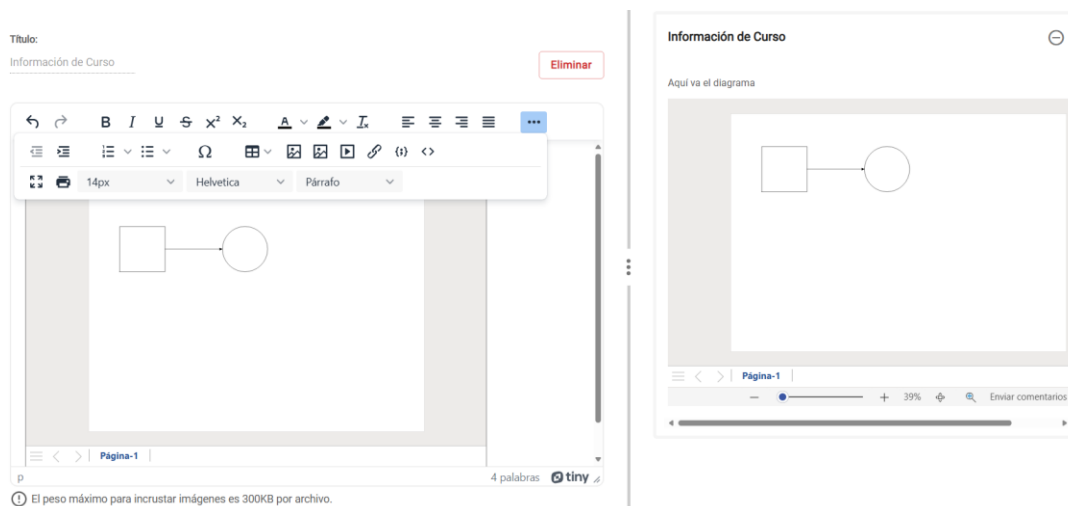


Figura 19 Diagrama de Microsoft Visio Incrustado dentro del TEC Digital
Fuente: Elaboración propia (2024)

TEC Digital & Microsoft Teams

1. Ingresar al TEC Digital con las credenciales institucionales, hacer clic en el menú de aplicaciones y escoger “Reuniones En Línea” (ver la Figura 20)

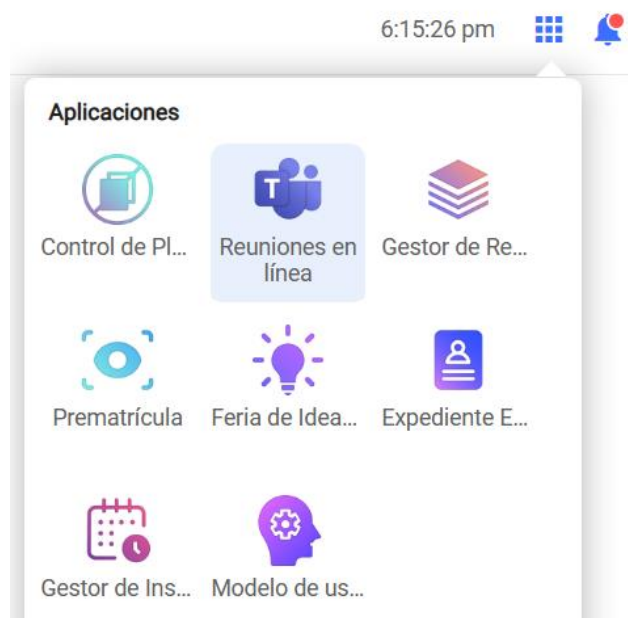


Figura 20 Ubicación de la Opción "Reuniones en línea" dentro del TEC Digital
Fuente: Elaboración propia (2024)

2. Hacer clic en el botón “Iniciar sesión” e ingresar con el correo institucional (ver la Figura 21)

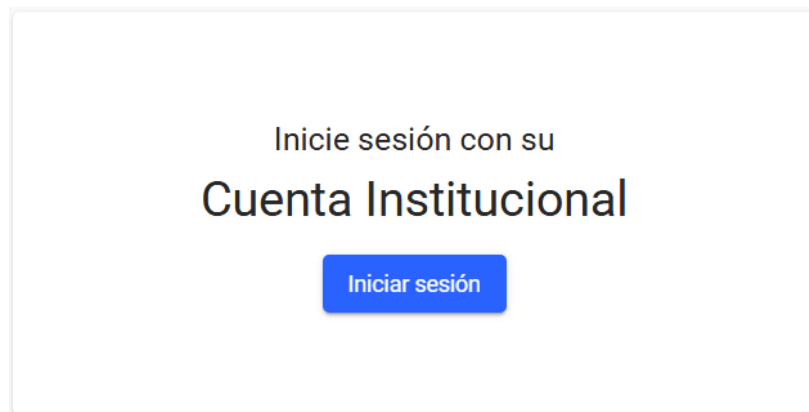


Figura 21 Pantalla de Inicio de Sesión de Microsoft Teams dentro del TEC Digital
Fuente: Elaboración propia (2024)

3. Gestionar las reuniones desde la ventana principal (ver la Figura 22)

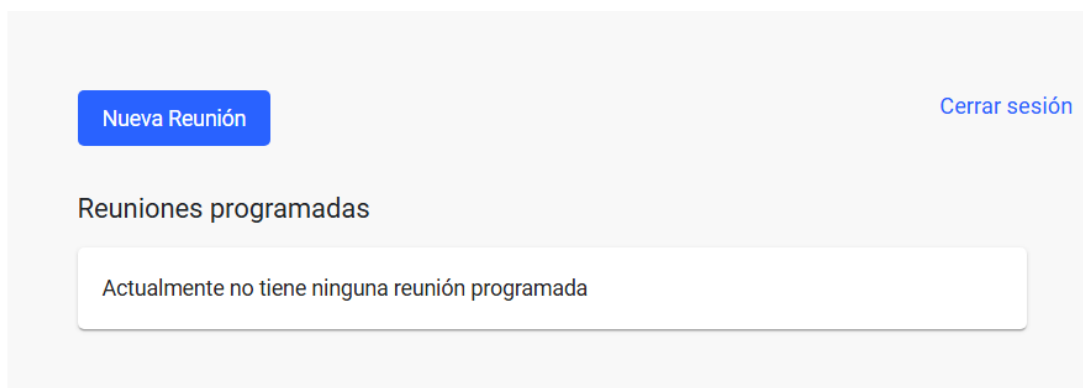
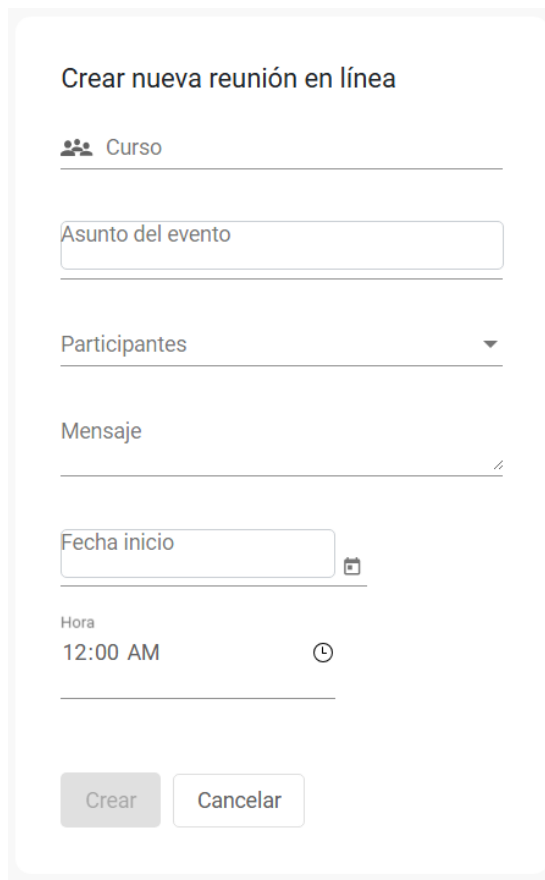


Figura 22 Pantalla de Gestión de Reuniones de Microsoft Teams dentro del TEC Digital
Fuente: Elaboración propia (2024)

4. Crear una nueva reunión haciendo clic en el botón “Nueva Reunión” (ver la Figura 23)



Crear nueva reunión en línea

 Curso

Asunto del evento

Participantes

Mensaje

Fecha inicio

Hora
12:00 AM

Crear Cancelar

Figura 23 Pantalla de Creación de una Nueva Reunión de Microsoft Teams dentro del TEC Digital
Fuente: Elaboración propia (2024)

TEC Digital & Safe Exam Browser

Debido a que la integración no existe al momento de redacción de la investigación, se propone un flujo de trabajo de acuerdo con la implementación propuesta en el apartado 4.4.1.1 y la documentación oficial de Safe Exam Browser [38].

1. Apertura de SEB y Acceso al LMS

El estudiante abre Safe Exam Browser en su dispositivo y accede al TEC Digital. SEB puede configurarse para que se abra automáticamente en la URL del GAAP, o el estudiante puede ingresar manualmente a esta URL desde SEB, dependiendo de la configuración final.

2. Inicio de Sesión en el LMS

Una vez en el TEC Digital, el estudiante inicia sesión como lo haría normalmente. Safe Exam Browser permite el inicio de sesión de manera segura, mostrando solo la interfaz necesaria para autenticarse.

3. Detección de SEB por el LMS

El TEC Digital detecta cuando el estudiante está usando SEB para acceder al examen. Bajo esta configuración, el examen en el GAAP solo estará accesible si el estudiante está utilizando SEB, lo que impide ingresar desde otro navegador no seguro.

4. Acceso y Realización del Examen

Una vez que SEB es detectado, el estudiante puede ver su examen en la interfaz del GAAP y realizarlo como cualquier otra actividad. Durante el examen, SEB aplica las restricciones de seguridad configuradas: bloqueo de otras aplicaciones, deshabilitación de métodos abreviados de teclado, bloqueo de navegación fuera del TEC Digital, entre otros. Además, hace uso del servicio de proctoring desarrollado, el cual incluye vigilancia de pantalla, video y audio.

5. Finalización del Examen y Cierre de SEB

Una vez que el estudiante finaliza el examen, puede enviar sus respuestas y cerrar SEB. Al cerrarlo, todas las restricciones de seguridad se desactivan, y el estudiante recupera el acceso normal a su sistema y a otras aplicaciones.

Microsoft Teams & Blooket

1. Iniciar sesión en la herramienta Blooket y crear una actividad
2. Navegar a la pantalla llamada “My Sets” (ver la Figura 24)

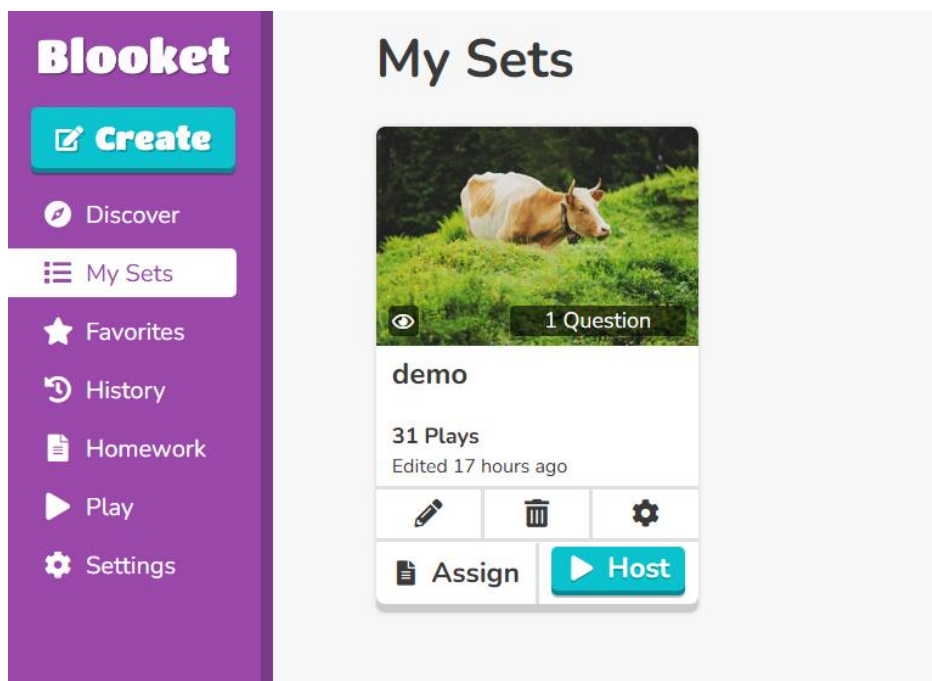


Figura 24 Pantalla Principal de Blooket
Fuente: Elaboración propia (2024)

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

3. Hacer clic en la opción “Host” (ver la Figura 25)

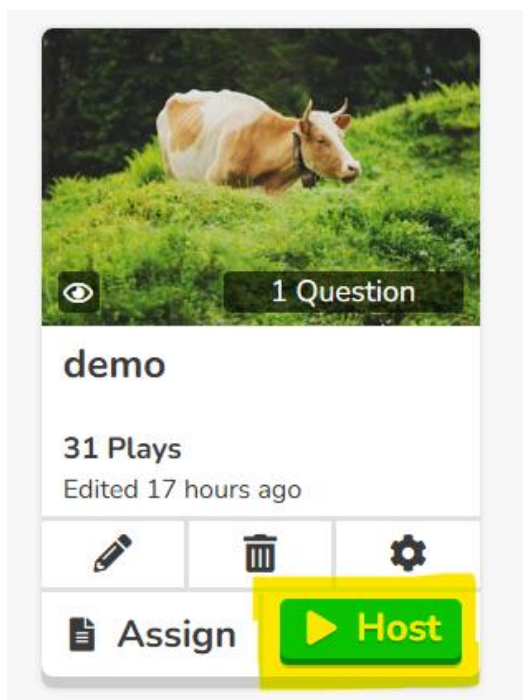


Figura 25 Ubicación del botón "Host" dentro de Blooket
Fuente: Elaboración propia (2024)

4. Escoger el tipo de juego a utilizar para la actividad (ver la Figura 26)

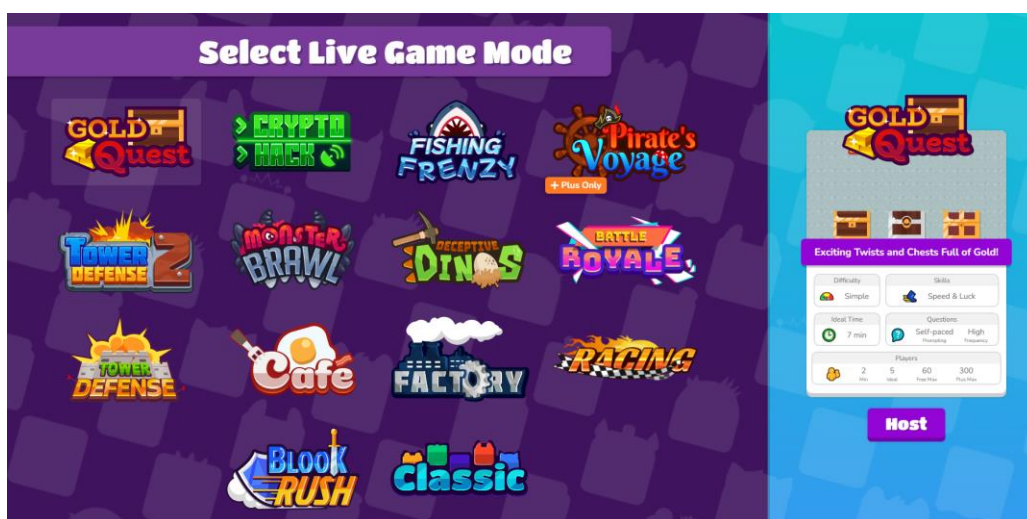


Figura 26 Lista de Juegos Disponibles dentro de Blooket
Fuente: Elaboración propia (2024)

5. Revisar la configuración de la actividad y hacer clic en el botón “Host Now” (ver la Figura 27)

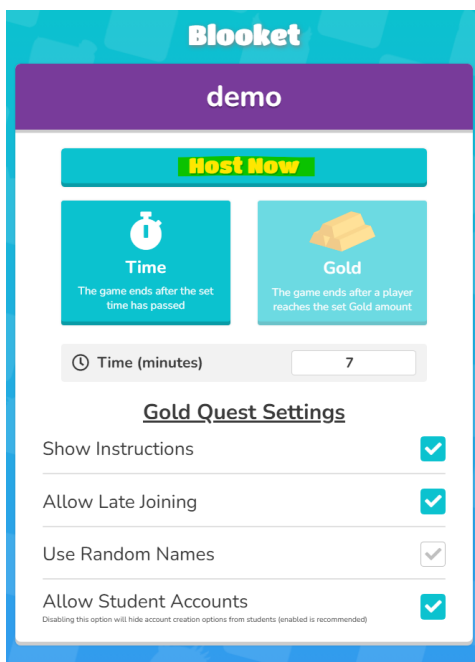


Figura 27 Configuración de las actividades de Blooket y Ubicación del Botón "Host Now"
Fuente: Elaboración propia (2024)

6. Compartir pantalla en Teams para transmitir el código del juego que se muestra en el navegador (ver la Figura 28)

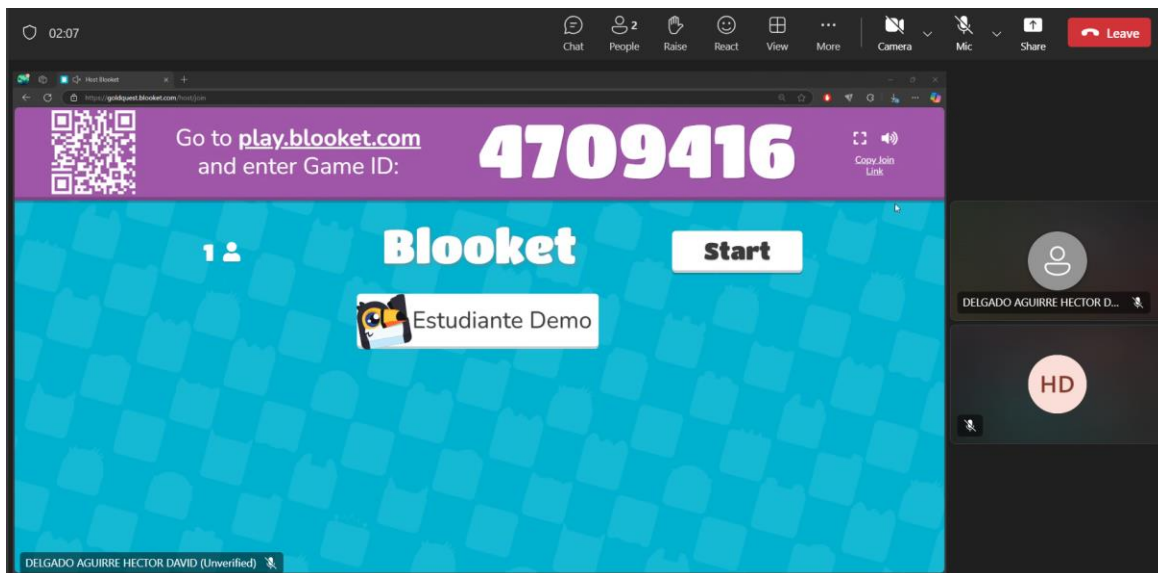


Figura 28 Utilización de Microsoft Teams para Realizar Actividades en Blooket
Fuente: Elaboración propia (2024)

Microsoft Teams & Microsoft Visio

1. Ingresar al equipo de Microsoft Teams donde se desea publicar el diagrama
2. Hacer clic en la opción “Add a tab” o “Añadir una pestaña” (ver la Figura 29)

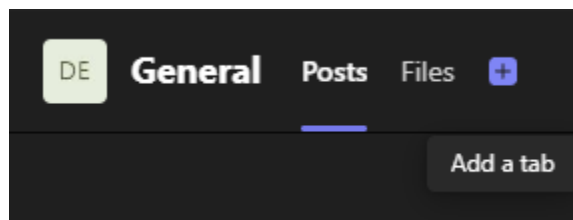


Figura 29 Ubicación del Botón que Permite Agregar Nuevas Pestañas en Microsoft Teams
Fuente: Elaboración propia (2024)

3. Buscar la aplicación de Microsoft Visio y escogerla (ver la Figura 30)

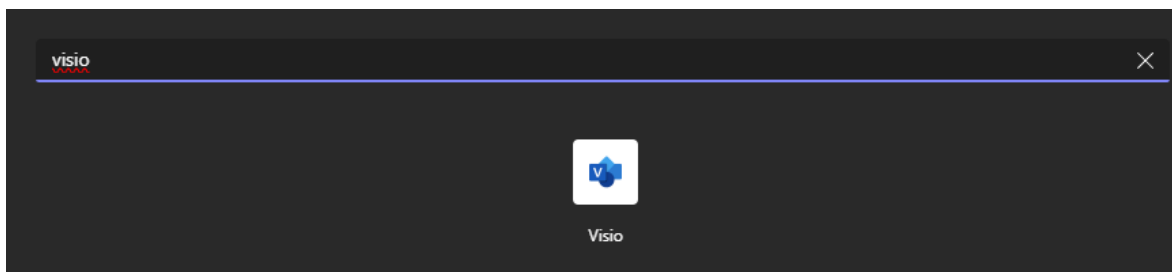


Figura 30 La Aplicación de Microsoft Visio dentro de Microsoft Teams
Fuente: Elaboración propia (2024)

4. Navegar al diagrama que se desea publicar, seleccionarlo y hacer clic en el botón “Save” o “Guardar” (ver la Figura 31)

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

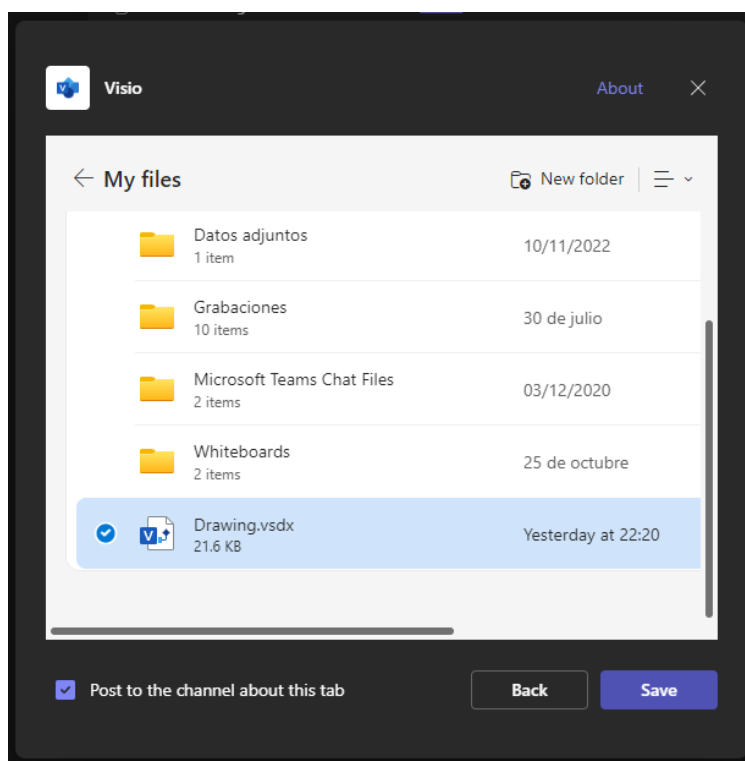


Figura 31 Ventana que Permite Escoger el Diagrama que se Publicará en Microsoft Teams
Fuente: Elaboración propia (2024)

5. Acceder a la pestaña con el nombre del diagrama publicado (ver la Figura 32)

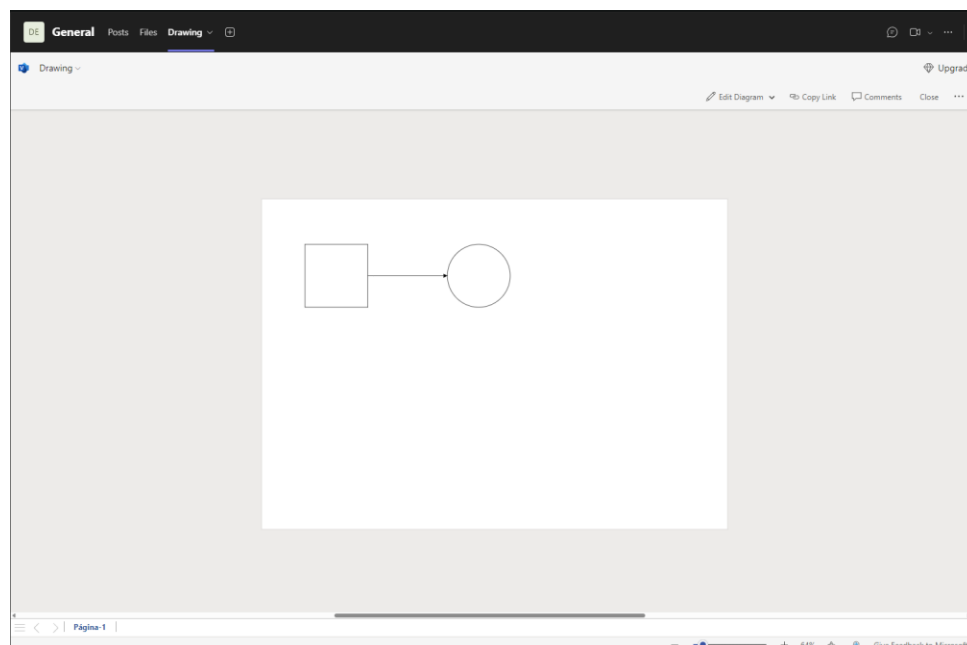


Figura 32 Diagrama de Microsoft Visio Publicado Como una Pestaña Dentro de Microsoft Teams
Fuente: Elaboración propia (2024)

6. Hacer clic en la opción “Edit diagram” o “Editar Diagrama” y después en la opción “Edit in Teams” o “Editar en Teams” (ver la Figura 33)

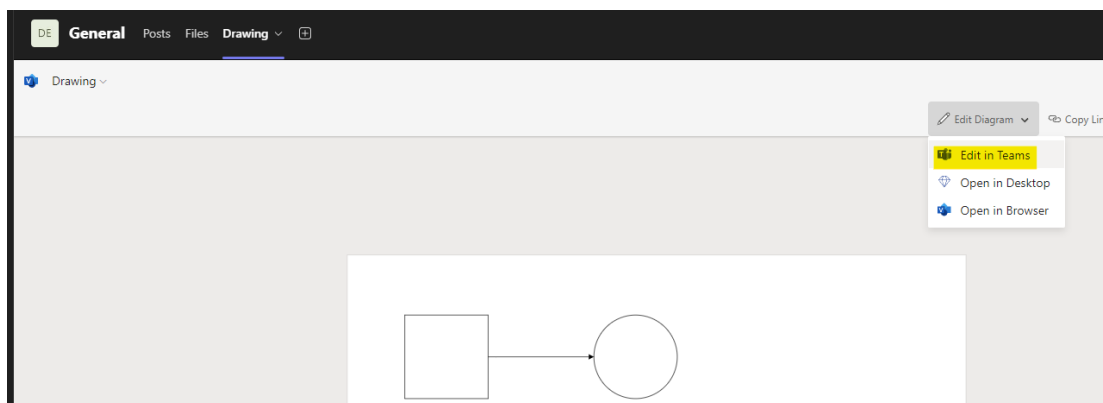


Figura 33 Ubicación de la Opción "Editar en Teams" dentro del Diagrama Publicado en Microsoft Teams

Fuente: Elaboración propia (2024)

Microsoft Teams & Microsoft 365

Para agregar archivos colaborativos de Excel, Words, PowerPoint y otras herramientas ofrecidas dentro del paquete de Microsoft 365, se siguen los mismos pasos detallados en la integración de Microsoft Teams con Microsoft Visio. A continuación, se presentan los resultados de las integraciones de las tres principales herramientas de Microsoft 365 (ver las figuras Figura 34 , Figura 35, y Figura 36):

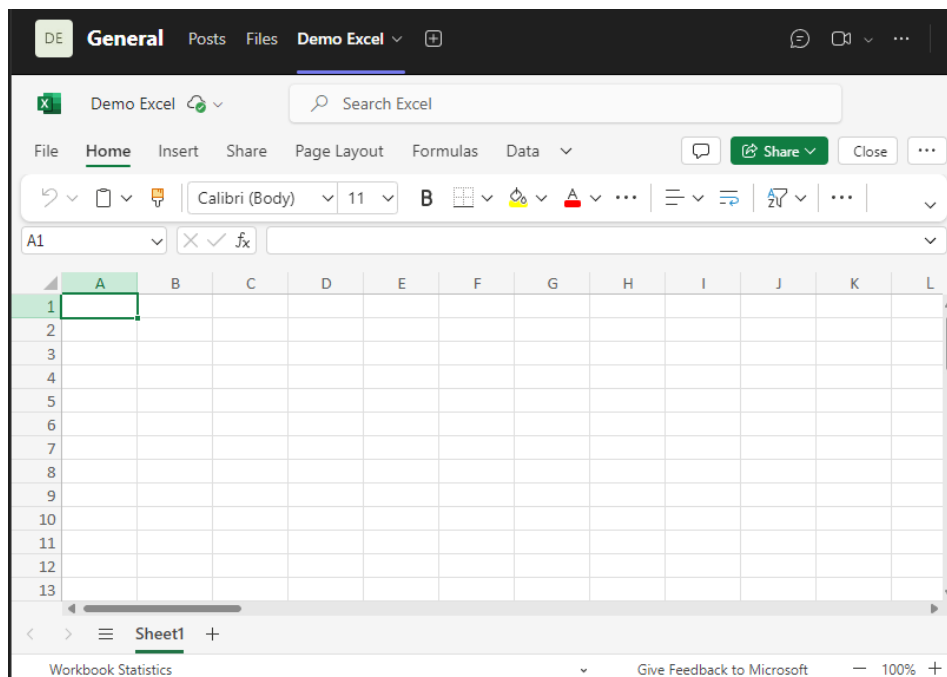


Figura 34 Hoja de Cálculo de Excel Publicada Como una Pestaña Dentro de Microsoft Teams

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

Fuente: Elaboración propia (2024)

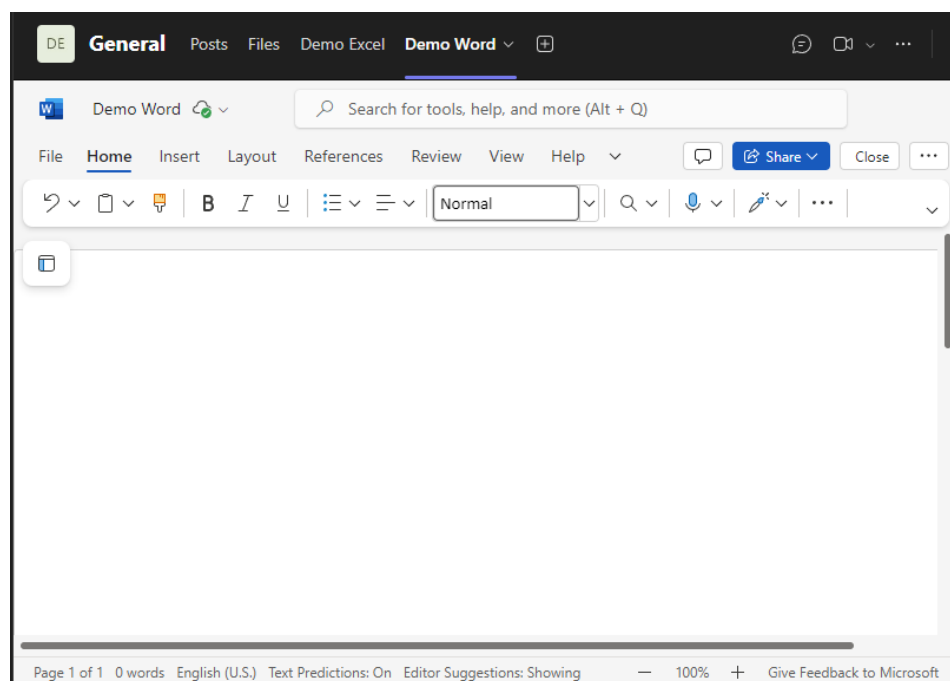


Figura 35 Documento de Word Publicado Como una Pestaña Dentro de Microsoft Teams
Fuente: Elaboración propia (2024)

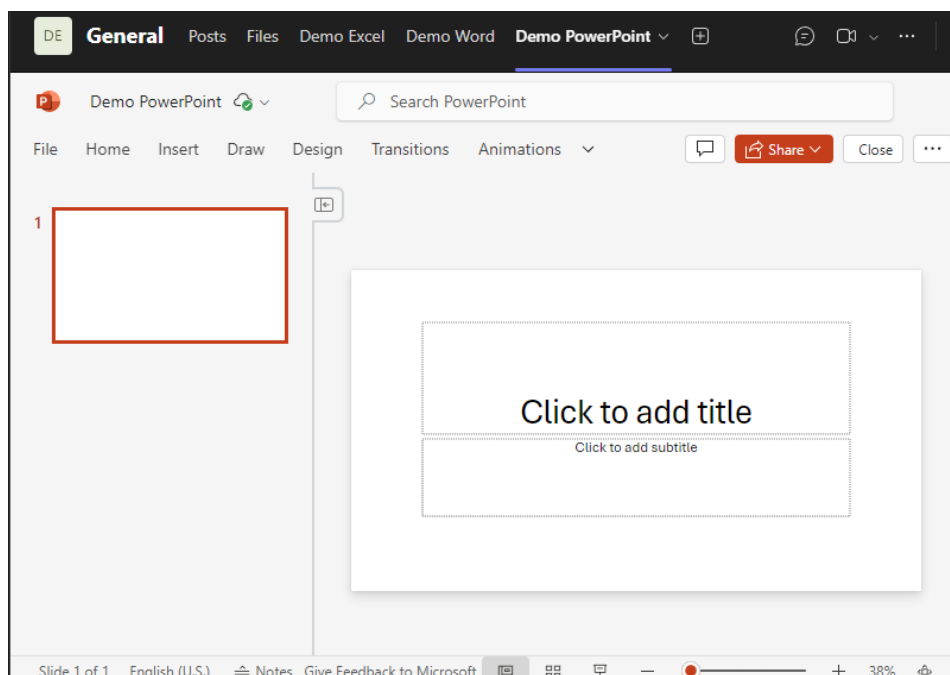


Figura 36 Presentación de PowerPoint Publicada como una Pestaña Dentro de Microsoft Teams
Fuente: Elaboración propia (2024)

Microsoft Teams & Microsoft VS Code con LiveShare

1. Abrir la carpeta que contiene el archivo que se va a compartir con los estudiantes y desplegar el archivo en VS Code
2. Buscar la extensión Live Share en el mercado de aplicaciones de VS Code y hacer clic en el botón “Install” o “Instalar” (ver la Figura 37)

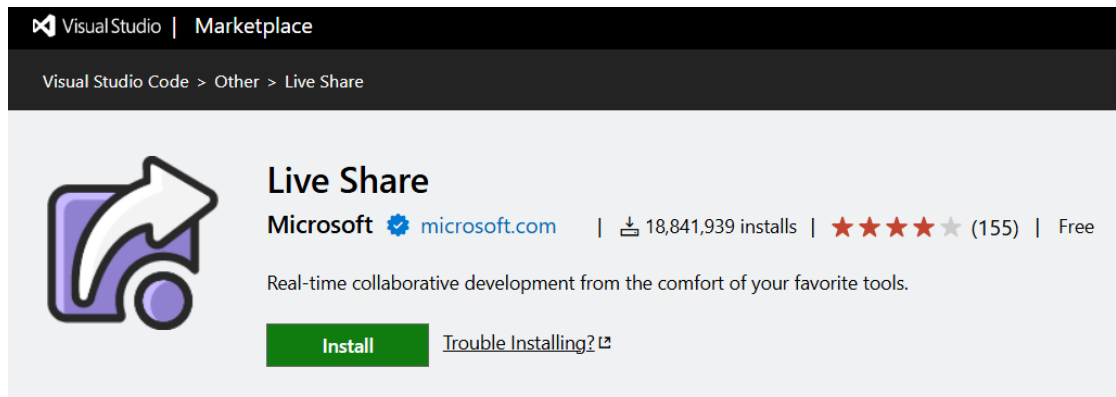


Figura 37 Página de la Extensión Live Share Dentro del Mercado de Aplicaciones de Visual Studio
Fuente: Elaboración propia (2024)

3. Hacer clic sobre la extensión Live Share dentro de VS Code y escoger la opción de compartir con o sin derechos de escritura (ver la Figura 38)

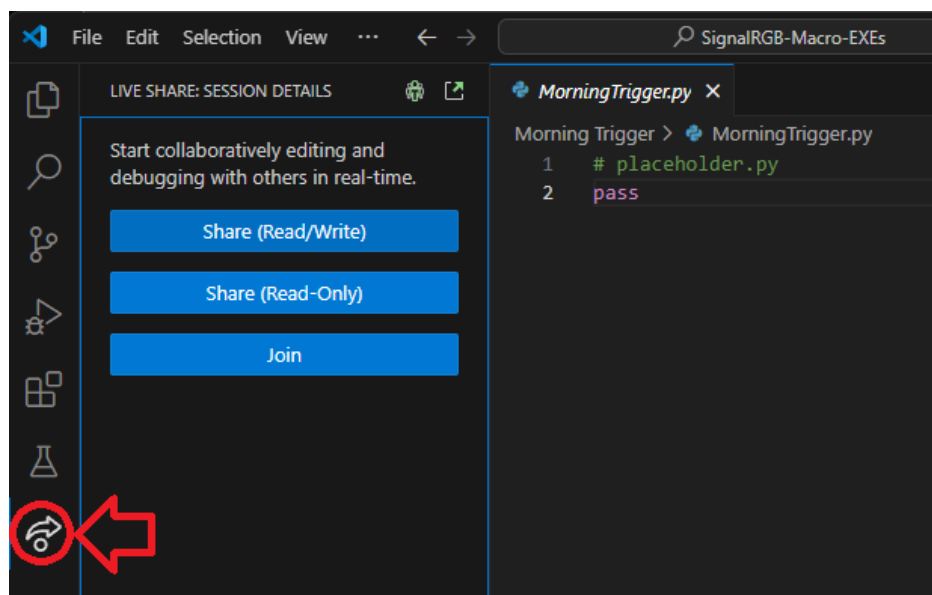


Figura 38 Ubicación de la Extensión Live share dentro de Visual Studio Code y de las Opciones para Limitar Acceso al Código
Fuente: Elaboración propia (2024)

- El sistema indicará que el enlace a la sesión fue copiado al portapapeles. Este se debe enviar a los estudiantes que van a participar de la programación colaborativa (ver la Figura 39)

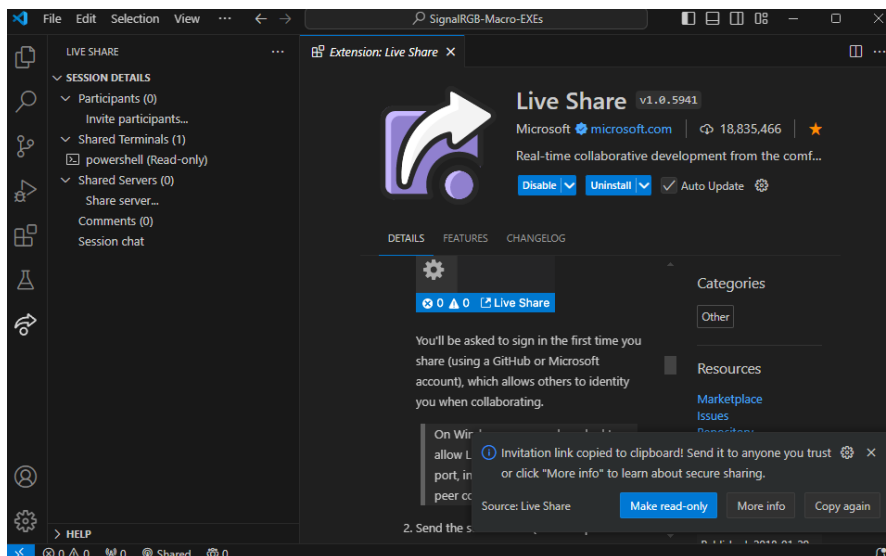


Figura 39 Notificación de la Extensión Live Share Indicando que el Enlace de la Sesión fue Copiado al Portapapeles
Fuente: Elaboración propia (2024)

5. Compartir pantalla en Teams para mostrar a los estudiantes que no están participando de la programación colaborativa lo que los demás están realizando junto al profesor (ver la Figura 40)

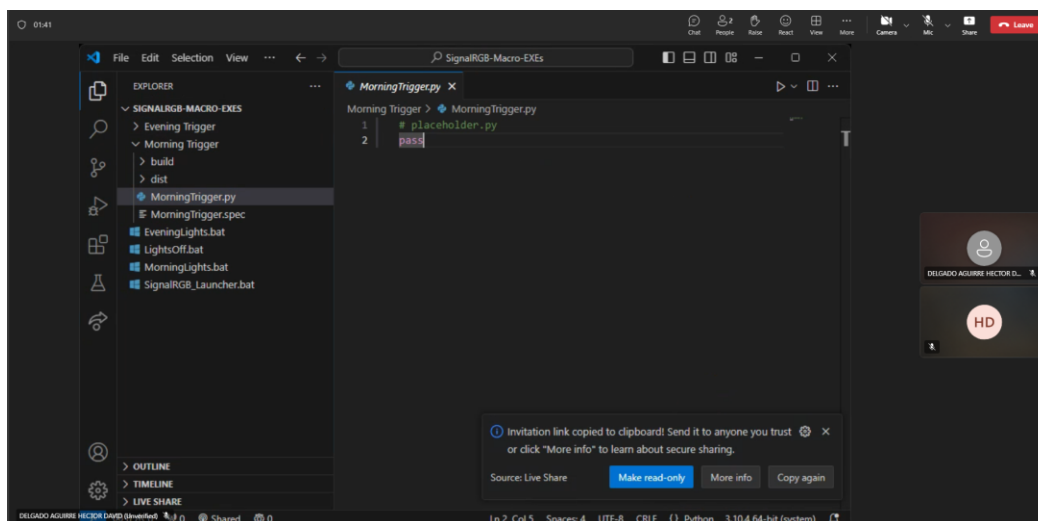


Figura 40 Utilización de Microsoft Teams para Realizar Actividades de Programación Colaborativa en Clase
Fuente: Elaboración propia (2024)

Microsoft Teams & Microsoft Whiteboard

1. Iniciar la reunión de Microsoft Teams y seleccionar la opción “Share” o “Compartir” (ver la Figura 41)

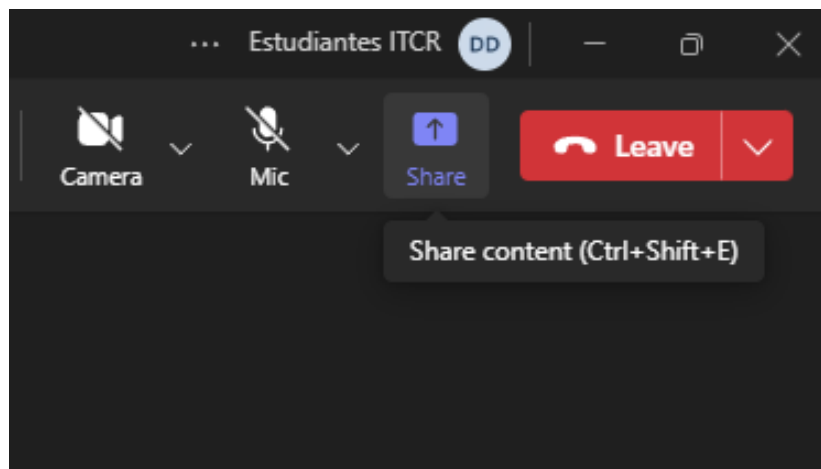


Figura 41 Ubicación del Botón "Compartir Contenido" dentro de Microsoft Teams
Fuente: Elaboración propia (2024)

2. Hacer clic sobre la opción Microsoft Whiteboard dentro del menú desplegado (ver la Figura 42)

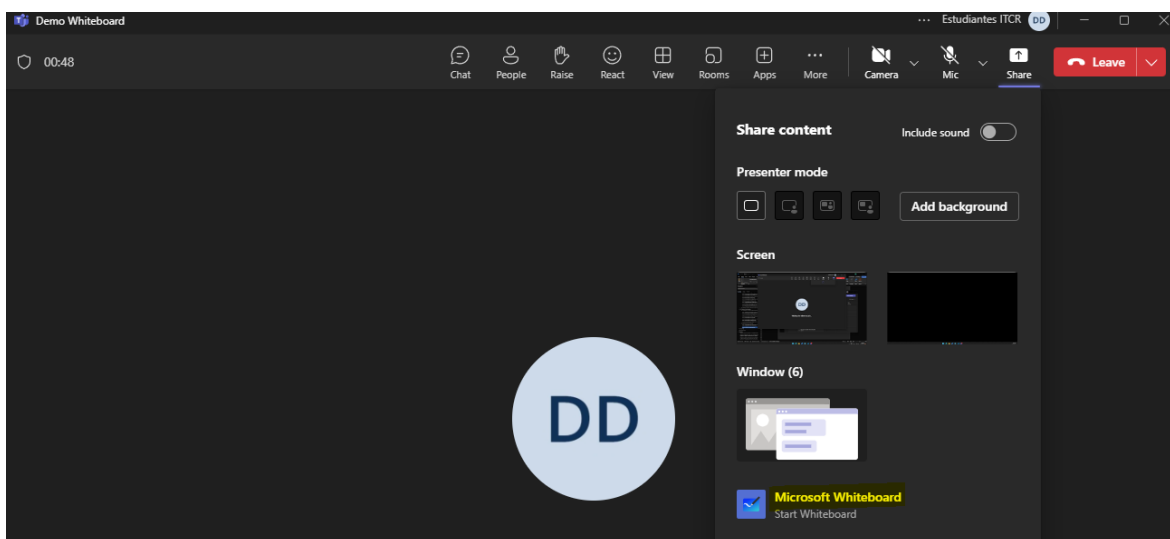


Figura 42 Ubicación de Microsoft Whiteboard Dentro de las Reuniones de Microsoft Teams
Fuente: Elaboración propia (2024)

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

3. Escoger entre la opción de crear una nueva pizarra colaborativa o utilizar una ya existente (ver la Figura 43)

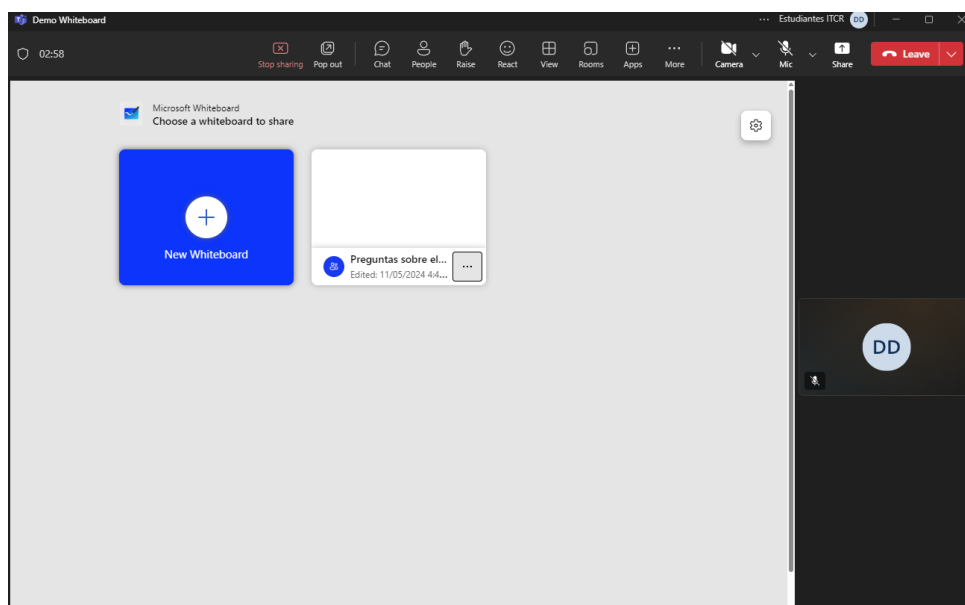


Figura 43 Opciones para la Compartición de la Pizarra Colaborativa
Fuente: Elaboración propia (2024)

- a. Si se decide realizar una pizarra colaborativa nueva, es posible escoger entre distintas plantillas, o bien, cerrar la ventana para utilizar la pizarra vacía (ver la Figura 44)

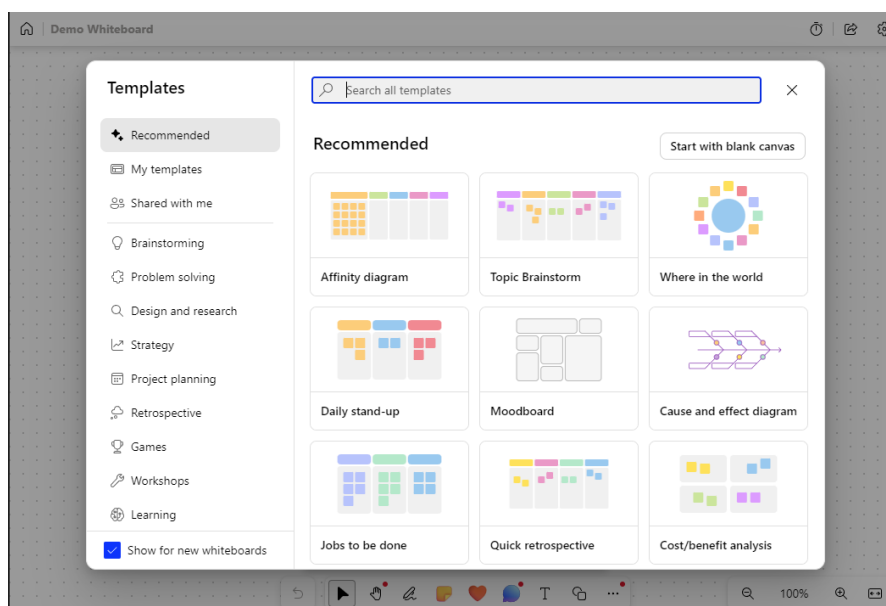


Figura 44 Plantillas Disponibles dentro de Microsoft Whiteboard
Fuente: Elaboración propia (2024)

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

Microsoft Whiteboard & Microsoft 365

1. Crear una pizarra colaborativa en Microsoft Teams (ver la Figura 45)

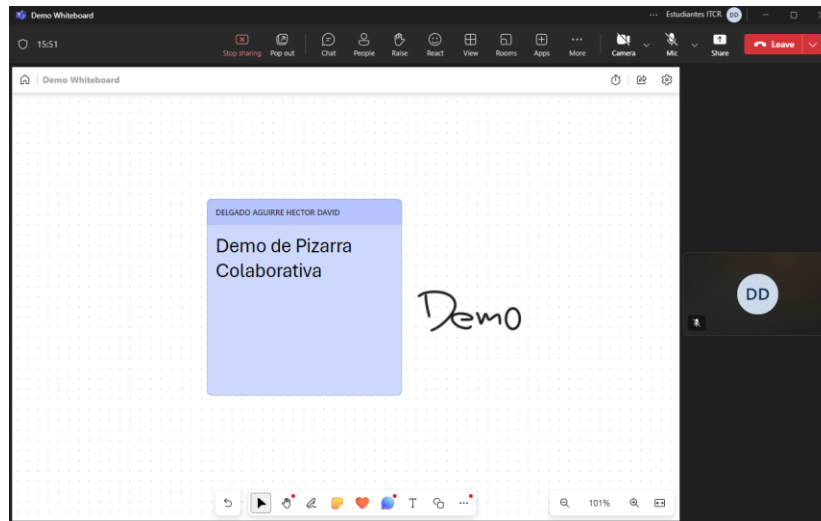


Figura 45 Ejemplo de Pizarra Colaborativa Dentro de Microsoft Whiteboard
Fuente: Elaboración propia (2024)

2. Acceder a la página web de Microsoft 365
3. Iniciar sesión con las credenciales institucionales
4. Abrir la pizarra colaborativa en el navegador. Existen tres maneras principales de encontrar el archivo.
 1. Buscando en los archivos recientes (ver la Figura 46)

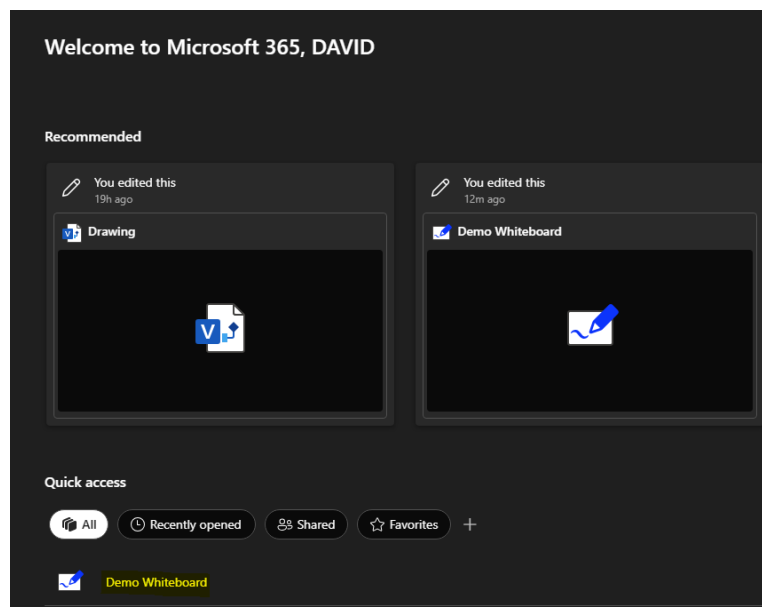


Figura 46 Uso del Apartado de Archivos Recientes para Encontrar la Pizarra Colaborativa
Fuente: Elaboración propia (2024)

2. Buscando en la barra superior por el nombre de la sesión de Microsoft Teams (ver la Figura 47)

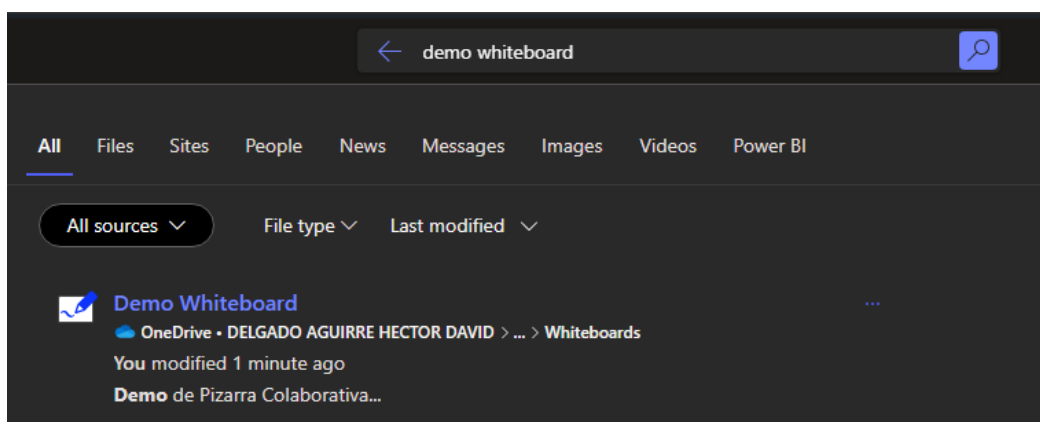


Figura 47 Uso de la Barra de Búsqueda Superior para Encontrar la Pizarra Colaborativa por su Nombre

Fuente: Elaboración propia (2024)

3. Buscando la herramienta Whiteboard directamente en la barra superior (ver la Figura 48 y la Figura 49)

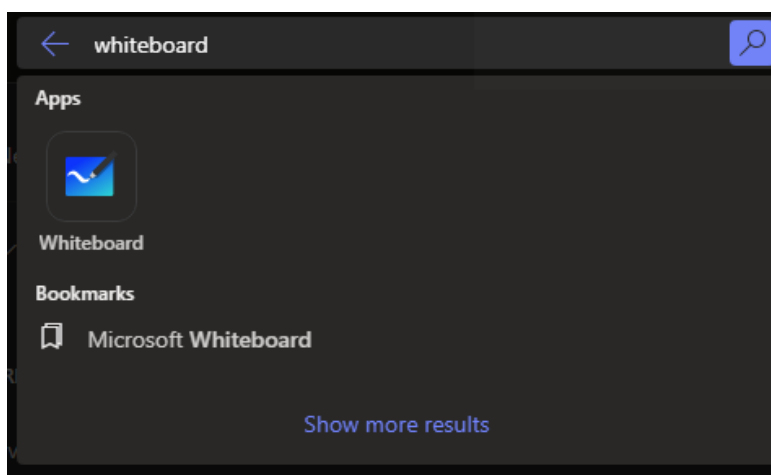


Figura 48 Uso de la Barra Superior de Búsqueda para Encontrar la Herramienta Microsoft Whiteboard

Fuente: Elaboración propia (2024)

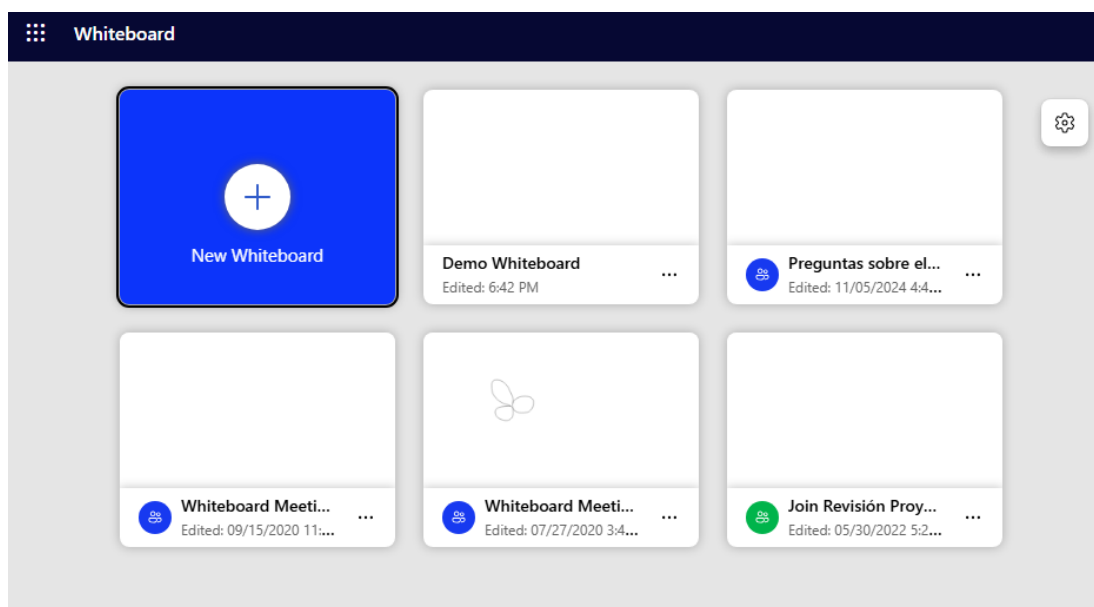


Figura 49 Archivos Recientes dentro de la Herramienta Microsoft Whiteboard
Fuente: Elaboración propia (2024)

4.4.2.4. Temario de Capacitación para Profesores

La solución propuesta consta de múltiples herramientas que cuentan con una vasta selección de funcionalidades. Como se evidenció en etapas anteriores de la investigación, estas cubren todas las funcionalidades más utilizadas reportadas por los profesores, así como el 80% de las mejoras deseadas. Considerando que todas las herramientas menos Blooket son ofrecidas por el TEC, se evidencia ignorancia por parte del cuerpo docente al respecto de las herramientas, funcionalidades y facilidades a las que tienen acceso. Múltiples funcionalidades que se expresaron como deseo o mejora futura durante las entrevistas están actualmente a disposición de los profesores. Funcionalidades como los bancos de preguntas aleatorios para exámenes, los registros de asistencia a clases virtuales y la diagramación colaborativa son ofrecidas por las herramientas que el TEC ya pone a disposición de los profesores.

A partir de las entrevistas realizadas, y de acuerdo con los resultados que llevaron a la formulación de la solución tecnológica, se identificaron múltiples áreas de mejora en relación con el conocimiento de los profesores acerca de las herramientas tecnológicas ofrecidas por la institución. Junto a la solución tecnológica, se propone el siguiente temario de capacitación para los profesores de ATI.

Tabla 42

Temario de Capacitación para los Profesores de ATI

Tema	Subtemas
1. Utilización del TEC Digital	1.1. Administración y personalización del curso 1.1.1. Aprovechamiento de las capacidades de TinyMCE 1.1.1.1. Incrustación de elementos utilizando iFrames 1.1.2. Incrustación de elementos multimedia 1.1.2.1. Incrustación de archivos PDF 1.1.2.2. Incrustación de videos de YouTube 1.1.2.3. Incrustación de imágenes 1.1.3. Creación de páginas y secciones 1.1.3.1. División del curso en pestañas semanales 1.1.4. Reutilización de material 1.1.4.1. Importación de configuración de cursos pasados 1.1.4.2. Importación de páginas y secciones de cursos pasados 1.2. Gestión de reuniones de Microsoft Teams 1.2.1. Agendar reuniones a un curso y grupo de estudiantes 1.3. Aprovechamiento del Gestor de Actividades de Aprendizaje 1.3.1. Utilización de bancos de preguntas aleatorios 1.3.2. Parámetros aleatorios en exámenes y pruebas cortas
2. Capacidades y Beneficios de Microsoft 365	2.1. Usos didácticos de las herramientas 2.1.1. Microsoft Visio 2.1.1.1. Diagramación compartida en tiempo real 2.1.1.2. Integración y colaboración directa en Teams 2.1.2. Microsoft Whiteboard 2.1.2.1. Capacidades equivalentes a las de Jamboard 2.1.2.2. Plantillas y diagramas 2.1.3. Microsoft Word, Excel y PowerPoint 2.1.3.1. Uso de las aplicaciones web de Microsoft 365 2.1.3.2. Integración y colaboración directa en Teams 2.2. Almacenamiento en la nube 2.2.1. Administración de archivos compartidos 2.2.2. Guardado automático de archivos
3. Microsoft Teams como Plataforma de Colaboración Central	3.1. Aprovechamiento del mercado de aplicaciones 3.2. Beneficios del dominio “@itcr.ac.cr” y “@estudiantec.cr” 3.3. Creación y gestión de reuniones recurrentes 3.4. Administración del equipo de Teams 3.4.1. Uso de canales 3.4.2. Uso de pestañas 3.4.2.1. Incrustación de páginas web 3.4.2.2. Enlace con aplicaciones externas 3.4.3. Gestión del canal general 3.5. Aprovechamiento de las videoconferencias 3.5.1. Enlace con Whiteboard 3.5.2. Salas de grupo preasignadas

4. Herramientas Adicionales	4.1. Blooket 4.1.1. Creación de actividades 4.1.2. Asignación de tareas 4.1.3. Lanzamiento de juegos en vivo 4.2. Visual Studio con la extensión Live Share 4.2.1. Aprovechamiento de la colaboración en tiempo real 4.2.2. Creación de actividades didácticas de desarrollo conjunto Depende del desarrollo interno en el TEC Digital 4.3. Safe Exam Browser 4.3.1. SEB como requisito para la realización de exámenes 4.3.2. Uso del servicio de proctoring con vigilancia en vivo 4.3.3. Revisión de evidencias
-----------------------------	---

Fuente: Elaboración Propia (2024)

El temario detallado en la Tabla 42 busca abordar las brechas y deficiencias identificadas en los docentes respecto al conocimiento de las herramientas tecnológicas. Cubre aspectos relacionados con la utilización del TEC Digital y el máximo aprovechamiento de los recursos que este sistema LMS ofrece. También abarca las capacidades de colaboración en tiempo real de las herramientas de Microsoft 365 y su estrecha integración con Microsoft Teams. Incluye algunos temas referentes a la utilización de Safe Exam Browser de acuerdo con la integración propuesta.

El uso de esta solución promueve una educación integrada y estandarizada que cubre las necesidades, dolores críticos, mejoras deseadas y funcionalidades más utilizadas de la comunidad educativa de ATI. De acuerdo con los criterios abordados en la sección 1.1.4, se considera que la aplicación de esta solución aumentaría la calidad de la educación virtual en la escuela de ATI.

Con este apartado, se culmina la formulación de la solución tecnológica y el reporte de los resultados de la investigación.

Capítulo 5 – Limitaciones y Problemas Encontrados

Durante el desarrollo de esta investigación se identificaron diversas limitaciones y desafíos que, si bien no comprometieron la validez general del estudio, merecen ser discutidos para contextualizar adecuadamente los resultados y proveer información valiosa para investigaciones futuras.

5.1. Limitaciones Metodológicas

La evolución natural del entendimiento del problema condujo a ajustes metodológicos durante el desarrollo de la investigación. Específicamente, fue necesario redefinir y precisar los objetivos una vez que se comprendió con mayor claridad el producto final esperado. Esto llevó a una reestructuración de las variables de investigación y a una reorganización de las fases del proyecto para asegurar un flujo más cohesivo y lógico. Si bien estos cambios fortalecieron el rigor metodológico del estudio, implicaron tiempo adicional en las etapas iniciales del proyecto.

5.2. Limitaciones en la Recolección de Datos

La recolección de datos presentó ciertas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. Aunque se logró una participación del 73.7% de los docentes, la representación estudiantil, si bien estadísticamente significativa, podría haber sido más amplia. El período de recolección de datos, limitado a dos semanas, pudo haber influido en la cantidad y diversidad de las respuestas obtenidas.

Se observó una distribución desigual de las respuestas estudiantiles entre los diferentes semestres de la carrera, con una sobrerrepresentación de estudiantes de niveles intermedios (semestres 2, 4 y 6) y una subrepresentación de niveles superiores (semestres 8 y 10). Esta distribución impidió realizar un análisis estratificado que podría haber revelado patrones en la percepción según el nivel académico.

5.3. Limitaciones Técnicas

En la fase de exploración de herramientas tecnológicas, se encontraron limitaciones en el acceso a información oficial detallada de algunas soluciones, particularmente en lo referente a precios y especificaciones técnicas completas. Esta situación requirió la consulta de fuentes secundarias y la realización de estimaciones basadas en la información disponible. Si bien esto no afectó la validez de las comparaciones realizadas, podría haber aspectos adicionales de las herramientas que no pudieron ser considerados en el análisis.

5.4. Limitaciones en los Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos, al estar diseñados para cumplir múltiples objetivos simultáneamente, podrían haber introducido ciertos sesgos en las respuestas. Específicamente, el énfasis en identificar dolores y problemas tanto de profesores como estudiantes podría haber influido en la tendencia de las respuestas hacia aspectos negativos de la experiencia virtual.

5.5. Desfases de Tiempo

Se experimentaron algunos retrasos en el cronograma original debido a situaciones personales que afectaron el ritmo de desarrollo del proyecto. Sin embargo, estos desfases fueron manejados adecuadamente mediante ajustes en la planificación, lo que permitió completar satisfactoriamente todas las fases de la investigación.

Capítulo 6 – Discusión y Conclusiones

En este capítulo se discuten los hallazgos principales de la investigación y se presentan las conclusiones derivadas del análisis. Los resultados obtenidos provienen del análisis cuantitativo y cualitativo de los datos recolectados mediante entrevistas y encuestas aplicadas a la comunidad educativa de ATI, así como del estudio de las herramientas tecnológicas disponibles en el mercado. Se contextualiza cada hallazgo dentro del marco actual de la educación virtual en el TEC y se contrastan los resultados con investigaciones previas y tendencias identificadas en el estado del arte. Esta discusión permite no solo comprender las necesidades reales de estudiantes y docentes, sino también evaluar la viabilidad y pertinencia de la solución tecnológica propuesta. A continuación, se presenta el análisis detallado de los resultados y las conclusiones específicas para cada objetivo de la investigación.

6.1. Discusión

6.1.1. Percepción de la Educación Virtual

El contraste en la percepción entre docentes y estudiantes representa uno de los hallazgos más notables. Mientras que los estudiantes mantienen una postura neutral hacia la educación virtual, los docentes muestran una predominancia significativa de percepciones negativas (68.6%). Esta disparidad coincide con los hallazgos del estado de la educación de CONARE, donde se reportó que menos del 35% de las vicerrectorías consideraba que los estudiantes salían igualmente preparados de procesos virtuales en comparación con presenciales.

La preocupación por la integridad académica fue comentada por el 93% de los docentes. Expresaron inquietudes sobre la confiabilidad de las evaluaciones virtuales. Este hallazgo es particularmente relevante considerando la reciente modificación al Artículo 48 del RREA, que establece que el 100% de las actividades en cursos virtuales, incluyendo evaluaciones, deberán realizarse de forma remota. La desconfianza en las evaluaciones virtuales ha contribuido a que el 57% de los profesores aumenten el peso de proyectos y trabajos prácticos en la calificación final, reduciendo o eliminando por completo los exámenes tradicionales.

Entre los estudiantes, la encuesta reveló una fuerte correlación positiva ($r = 0.79$) entre la percepción de aprendizaje y el rendimiento académico. Esta fuerte correlación sugiere que los estudiantes asocian estrechamente su capacidad de aprendizaje con su desempeño en la modalidad virtual, lo que resalta la importancia de proporcionar herramientas que fomenten tanto el aprendizaje efectivo como la evaluación confiable.

6.1.2. Análisis de Necesidades y Brechas Tecnológicas

El análisis de cobertura demostró que el 89.3% de las necesidades identificadas pueden ser atendidas mediante soluciones tecnológicas, un hallazgo optimista que contrasta con la percepción inicial de los docentes. Este resultado sugiere que gran parte de las dificultades experimentadas podrían estar más relacionadas con el desconocimiento de las capacidades existentes que con limitaciones tecnológicas reales.

La investigación reveló una subutilización de las herramientas institucionales. Múltiples funcionalidades que los docentes expresaron como deseos o mejoras futuras ya están disponibles en las plataformas existentes. Por ejemplo, la creación de bancos de preguntas para generar exámenes aleatorios y la reutilización de actividades lúdicas, funcionalidades que fueron solicitadas por los profesores, están actualmente disponibles en el TEC Digital.

Este hallazgo coincide con lo reportado por el CEDA durante las entrevistas, donde se identificó la baja participación en capacitaciones como uno de los principales obstáculos para la efectiva implementación de metodologías virtuales. La situación se agrava por el hecho de que muchos profesores, aunque expertos en sus campos, carecen de formación docente formal, lo que aumenta la importancia de la capacitación en herramientas educativas.

6.1.3. Análisis Comparativo de Soluciones

El análisis comparativo de plataformas LMS demostró que el TEC Digital puede cubrir el 98.3% de los requerimientos identificados (306 de 311 puntos posibles). Esta cobertura casi total sugiere que la implementación de un LMS paralelo, aunque técnicamente factible, representaría una duplicación innecesaria de recursos. El análisis de costos reveló que la implementación de Moodle o Canvas como alternativas requeriría una inversión sustancial: aproximadamente \$5,939.39 para un despliegue mínimo de Moodle en AWS durante tres años, o \$7,200 para Canvas en el mismo período, sin considerar costos adicionales de configuración y mantenimiento.

La principal brecha identificada - la falta de una herramienta de proctoring - puede ser abordada mediante la integración de Safe Exam Browser con el TEC Digital. Esta solución requeriría una inversión inicial de aproximadamente \$7,800 y un tiempo de desarrollo estimado de 20 semanas, representando un tiempo menor al requerido para el despliegue de un nuevo LMS que tomaría al menos un año lectivo completo.

6.1.4. Integración y Estandarización de Herramientas

La preferencia por el ecosistema Microsoft 365 sobre alternativas como Google Workspace se fundamenta en múltiples factores. Primero, su integración con el TEC Digital permite una experiencia más conectada. Segundo, las herramientas como Microsoft Teams, Whiteboard y OneDrive cubren la totalidad de los requerimientos relacionados con videoconferencia, colaboración y almacenamiento. Tercero, la institución ya cuenta con las licencias necesarias, lo que elimina costos adicionales.

El análisis de correlaciones en las respuestas de los estudiantes reveló que la satisfacción general con las plataformas mostró una correlación positiva moderada ($r = 0.4$) con la percepción de consistencia en su uso entre diferentes cursos. Este hallazgo respalda la decisión de estandarizar las herramientas utilizadas, sugiriendo que la consistencia en el uso de plataformas podría mejorar la satisfacción general con la educación virtual.

6.2. Conclusiones

6.2.1. Objetivo Específico 1

Analizar, mediante un estudio exploratorio, la percepción de los estudiantes y docentes de la Escuela de ATI sobre la enseñanza remota para determinar la existencia de un sentimiento negativo hacia la educación virtual, e identificar sus dolores críticos, funcionalidades más utilizadas y mejoras deseadas.

Conclusiones relacionadas:

1. Se confirmó la existencia de un sentimiento negativo hacia la educación virtual, con una predominancia estadísticamente significativa de percepciones negativas entre los docentes (68.6% de respuestas negativas) y una percepción neutral entre los estudiantes, como se demuestra en la sección 4.1.4.
2. El 93% de los docentes presentan una preocupación sobre la integridad académica y la efectividad de las evaluaciones en línea, como se observa en la sección 4.1.4.2.
3. Los estudiantes manifiestan un deseo por mayor consistencia en las herramientas utilizadas para impartir clases virtuales entre diferentes cursos (media de 8.28 en la encuesta), como se evidencia en la sección 4.1.2.1.

6.2.2. Objetivo Específico 2

Determinar los criterios del DOP, el CEDA y la dirección de ATI para definir los requerimientos funcionales y no funcionales de una solución tecnológica de educación remota, que aborden tanto estos criterios como los dolores, funcionalidades y mejoras identificadas.

Conclusiones relacionadas:

1. Se identificó que el 86.5% de los dolores críticos reportados son abordables mediante soluciones tecnológicas según los requerimientos propuestos, como se indica en la sección 4.2.3.4.
2. Se logró una cobertura del 89.3% de las necesidades totales identificadas mediante los requerimientos definidos. Esto demuestra que las necesidades de la comunidad educativa pueden ser atendidas mediante soluciones tecnológicas tal y como se detalla en la sección 4.2.3.4.
3. La principal brecha en la tecnología actualmente utilizada para dar clases virtuales en la escuela de ATI es la falta de una herramienta de proctoring. Según se puede consultar en la sección 4.2.1.1, el 71% de los docentes coincidió en la necesidad de robustecer los sistemas de evaluación virtuales. Esta necesidad fue reforzada por la dirección de ATI, quien en la sección 4.2.2.3 solicitó explícitamente la inclusión de una herramienta de proctoring en la solución tecnológica propuesta.

6.2.3. Objetivo Específico 3

Determinar las capacidades funcionales y características de las soluciones tecnológicas de enseñanza remota disponibles para escoger las que mejor se ajustan a los requerimientos identificados.

Conclusiones relacionadas:

1. Se evidenció que existe desconocimiento por parte de los docentes sobre las capacidades y funcionalidades de las herramientas tecnológicas ya disponibles en la institución, tal y como se comenta en la sección 4.4.2.4.
2. Se identificó que el TEC Digital, como plataforma existente, puede cubrir el 98.3% de los requerimientos identificados (306 de 311 puntos posibles) tanto de forma nativa como mediante integraciones y desarrollos específicos.
3. La implementación de un sistema de proctoring mediante Safe Exam Browser representa una solución viable para abordar las preocupaciones sobre la integridad académica de las evaluaciones virtuales, como se puede comprobar en la sección 4.4.1.1 y se refuerza en la sección 4.4.1.5.
4. La integración de herramientas del ecosistema Microsoft 365 emerge como la solución que mejor aprovecha los recursos ya disponibles en la institución y maximiza la interoperabilidad entre componentes, como se comenta en la sección 4.4.1.2 y se demuestra en la sección 4.4.2.2.

Capítulo 7 – Cumplimiento de Objetivos

A continuación, se presenta un análisis del cumplimiento de los objetivos específicos planteados para la investigación. Para cada objetivo se detallan los productos obtenidos y se evalúa su nivel de consecución. Los resultados demuestran que se alcanzaron satisfactoriamente todas las metas propuestas. Se generaron los entregables esperados y cumpliendo con el alcance definido para el proyecto. Esta información se resume en la Tabla 43.

Tabla 43

Cumplimiento de los Objetivos de la Investigación

Objetivo General: Formular una propuesta de solución tecnológica de enseñanza remota para abordar los principales problemas de los docentes y estudiantes de la escuela de Administración de Tecnologías de Información del Tecnológico de Costa Rica durante el segundo semestre lectivo del año 2024.			
Objetivo Específico	Producto	% de Logro	Comentarios
Analizar, mediante un estudio exploratorio, la percepción de los estudiantes y docentes de la Escuela de ATI sobre la enseñanza remota para determinar la existencia de un sentimiento negativo hacia la educación virtual, e identificar sus dolores críticos, funcionalidades más utilizadas y mejoras deseadas.	- Artículo científico y análisis de la situación actual - Análisis estadístico de encuestas y entrevistas - Necesidades de las poblaciones estudiadas	100%	Se logró analizar la situación actual mediante un estudio mixto que combinó técnicas cuantitativas y cualitativas. Esto permitió identificar con precisión las percepciones, necesidades y dolores críticos de la comunidad educativa de ATI.
Determinar los criterios del DOP, el CEDA y la dirección de ATI para definir los requerimientos funcionales y no funcionales de una solución tecnológica de educación remota, que aborden tanto estos criterios como los dolores, funcionalidades y mejoras identificadas.	- Matriz de criterios institucionales - Especificación de requerimientos funcionales y no funcionales - Análisis de cobertura sobre necesidades identificadas -	100%	Se alcanzó una definición completa de requerimientos basada en criterios institucionales y necesidades de los usuarios. Se logró una cobertura del 89.3% de las necesidades identificadas mediante la especificación técnica propuesta.
Determinar las capacidades funcionales y características de las soluciones tecnológicas de enseñanza remota disponibles para escoger las que mejor se ajustan a los requerimientos identificados.	- Fichas de registro para las herramientas disponibles - Análisis de interoperabilidades de las herramientas - Análisis FODA del TEC Digital como	100%	Se realizó una evaluación de las alternativas tecnológicas disponibles. Se formuló una propuesta de solución integral que maximiza el aprovechamiento de recursos existentes y

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

	herramienta troncal de la solución. - Análisis de viabilidad para la implementación de un LMS paralelo contrastado con la integración de Safe Exam Browser en el TEC Digital - Propuesta de solución tecnológica de educación remota - Descripción y diagrama de las integraciones entre las herramientas de la solución - Temario de capacitación para los docentes		establece una ruta clara para su implementación y adopción.
--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Capítulo 8 – Recomendaciones

En este capítulo se presentan las recomendaciones derivadas de la investigación, considerando los hallazgos sobre la percepción de la comunidad educativa hacia la educación virtual y la propuesta de solución tecnológica formulada. Se abordan tres ámbitos principales: recomendaciones para la Escuela de ATI, enfocadas en la implementación y gestión de la solución propuesta; recomendaciones para los docentes, orientadas a maximizar el aprovechamiento de las herramientas disponibles y estandarizar la experiencia educativa; y recomendaciones para investigaciones futuras, que señalan oportunidades de desarrollo e investigación no exploradas durante este estudio pero que podrían complementar la solución propuesta. A continuación, se detallan las recomendaciones específicas para cada uno de estos ámbitos.

10.1. Para la Escuela de ATI

1. Implementar un programa de capacitación integral para los profesores basado en el temario propuesto en la investigación, con énfasis en:
 - a. El aprovechamiento de las funcionalidades existentes en el TEC Digital
 - b. El uso efectivo de las herramientas del ecosistema Microsoft 365
 - c. La implementación de actividades interactivas y colaborativas usando las herramientas disponibles
2. Priorizar el desarrollo e integración de una plataforma de proctoring que permita a los profesores confiar en los exámenes virtuales. Se recomienda el sistema de proctoring propuesto en el presente trabajo utilizando Safe Exam Browser, y siguiendo la ruta de implementación detallada en la investigación para resolver la principal brecha tecnológica identificada.
3. Considerar la implementación de la solución propuesta en esta investigación con el fin de estandarizar la experiencia y limitar el uso de aplicaciones externas que requieren registros adicionales por parte de los estudiantes. Esto responde directamente al deseo expresado por los estudiantes de tener una experiencia más unificada.
4. Plantear las preocupaciones y necesidades relacionadas con los hallazgos de esta investigación a la dirección de ATI, la Vicerrectoría de Docencia y el Comité Estratégico de Tecnologías de Información (CETI) del Tecnológico de Costa Rica. Esto con el fin de elevar dicha información a los entes de toma de decisiones de la institución.

10.2. Para los Docentes

1. Revisar y aprovechar las capacidades existentes de las herramientas institucionales antes de buscar alternativas externas. Muchas funcionalidades deseadas, como los bancos de preguntas aleatorios y los registros de asistencia, ya están disponibles en las plataformas actuales.

2. Utilizar las integraciones nativas entre el TEC Digital y Microsoft Teams para mantener una experiencia estandarizada para los estudiantes. Esto evita la proliferación de herramientas dispersas y genera un ambiente educativo más cohesivo y homogéneo.
3. Participar activamente en las capacitaciones sobre el uso de herramientas tecnológicas para maximizar el aprovechamiento de las funcionalidades disponibles y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. No menospreciar las oportunidades de capacitación por motivo de conocimiento previo o conformismo con el estado actual de la enseñanza virtual.

10.3. Para Investigaciones Futuras

10.3.1. Metodología y Alcance de la Investigación

- Abarcar una muestra más significativa de los estudiantes y una mayor cantidad de variables para estudiar la percepción. Esto podría ofrecer la posibilidad de realizar un estudio estratificado y mejor enfocado en ciertas poblaciones estudiantiles.
- Considerar un estudio longitudinal que examine la evolución de las percepciones y necesidades a lo largo de varios semestres, especialmente tras la implementación de nuevas herramientas o metodologías.
- Incluir en el estudio a otras escuelas del TEC para identificar patrones y necesidades comunes, así como requerimientos específicos por disciplina.

10.3.2. Evaluación de Impacto y Efectividad

- Evaluar el impacto de la implementación de un sistema de proctoring en la percepción de integridad académica y la confianza en las evaluaciones virtuales. Esto con el fin de descubrir su verdadero impacto en la confianza de los profesores sobre las evaluaciones virtuales y el tiempo que una herramienta de ese tipo se mantendría relevante frente al nuevo modelo pedagógico.
- Realizar un análisis comparativo entre el rendimiento académico en cursos que realizan exámenes virtuales versus aquellos que utilicen otras metodologías.
- Investigar la correlación entre la estandarización de herramientas y los indicadores de éxito académico como tasas de aprobación y retención de conocimiento.

10.3.3. Aspectos Técnicos y de Desarrollo

- Estudiar la factibilidad de integrar capacidades de inteligencia artificial en el TEC Digital para asistir en la revisión de evaluaciones y la generación de retroalimentación automática. Esto como respuesta a requerimientos que no fueron cubiertos por la solución propuesta en la presente investigación.

10.3.4. Aspectos Pedagógicos

- Profundizar en la relación entre el nuevo modelo pedagógico del TEC y las herramientas tecnológicas. Investigar cómo estas pueden apoyar mejor la implementación de metodologías activas y centradas en el estudiante.

10.3.5. Temas No Explorados en la Investigación Actual

1. Investigar el impacto de la virtualidad en la salud mental y bienestar de los estudiantes y docentes del TEC, y cómo las herramientas tecnológicas pueden contribuir a mejorar estos aspectos.

Capítulo 9 – Referencias

- [1] Andersson, T. 2019. Learning Management Systems (LMS): Case study on an implementation of an LMS and its perceived effects on teachers. Linnaeus University. Disponible en <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1295236/FULLTEXT01.pdf>.
- [2] Assi, E., & Rashtchi, M. 2022. Virtual classes during COVID-19 pandemic: Focus on university students' affection perceptions and problems in the light of resiliency and self-image. Asian Journal of Second and Foreign Language Education, 7(17). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40862-022-00144-7>.
- [3] Baena, P. G. M. E. 2017. Metodología de la investigación (3a. ed.). Disponible en <https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r131100.PDF>.
- [4] Bernal, C. (2016). Metodología de la investigación. Cuarta edición. Pearson, Colombia, 2016. ISBN: 978-958 699-309-8.
- [5] Cameron University. (s.f.). ProctorU/Measure Learning Fees. Disponible en: <https://www.cameron.edu/office-of-teaching-and-learning/academic-services/testing/proctoring-for-cameron-courses/proctoru-fees>.
- [6] Campoy, C., & Gomes, T. (2009). Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. [PDF]. Google Drive. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1yfdCk_4rptSRzGWpQFy80D96c2MTSdnh/view.
- [7] Capterra. (s.f.). Blackboard LMS for Business. Disponible en <https://www.capterra.com/p/14500/Blackboard-LMS-for-Business/>.
- [8] Capterra. (s.f.). Diagram Software. Disponible en <https://www.capterra.com/diagram-software/>.
- [9] Carranza-Marchena, P., & Tapia-Loría, C. 2021. Implementation of Oral Production Activities through Remote Learning: A Case Study of EFL Students at Universidad Nacional, Costa Rica. Revista de Investigación en Educación.
- [10] CONARE. 2021. Estado de la Educación. Octava Edición. Disponible en https://estadonacion.or.cr/wp-content/uploads/2021/09/Educacion_WEB.pdf
- [11] CONARE. 2023. Estado de la Educación. Novena Edición. Disponible en https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/8544/PEN_Noveno_Informe_estado_educacion_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- [12] Creswell, J. (2009). Research Design. [PDF]. University of Nebraska-Lincoln. Disponible en https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf.
- [13] D'Antoni, M., & Gómez, J. 2022. Crisis sanitaria y plataformas para la formación superior remota: Herramientas como medios y no como fines. Revista Electrónica de Psicología y Educación, 18(2), 1-20. DOI: <http://doi.org/10.15359/rep.18-2.1>.
- [14] DotLRN. (s.f.). Costa Rica Institute of Technology. Disponible en <https://dotlrn.org/users/itcr>.
- [15] FUNDIBEQ. (s.f.). Diagrama matricial. [PDF]. Google Drive. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1uM_xkUvLcO6ek61sVw3Lek8G-Z4isQ1n/view.
- [16] FUNDIBEQ. (s.f.). Hojas de comprobación. [PDF]. Google Drive. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1PA-Woz_crZY2M8C1lrSkGwdP0su5zimT/view.
- [17] Gijón Puerta, J., Galván Malagón, M. C., Khaled Gijón, M., & Lizarte Simón, E. J. 2022. Levels of Stress, Anxiety, and Depression in University Students from Spain and Costa Rica during Periods of Confinement and Virtual Learning. Education Sciences, 12(10), 660. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci12100660>.
- [18] Glassdoor. (s.f.). Software Developer Salary in Costa Rica. Disponible en https://www.glassdoor.com/Salaries/costa-rica-software-developer-salary-SRCH_IL.0,10_IN57_KO11,29.htm.
- [19] GLG. 2020. Zoom, Microsoft Teams, and Slack Have Exploded Due to the COVID-19 Pandemic. GLG Insights. Disponible en <https://glginsights.com/articles/zoom-microsoft-teams-and-slack-have-exploded-due-to-the-covid-19-pandemic-can-they-hold-onto-this-growth/>.
- [20] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. 2014. Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.
- [21] Instructure Community. 2022. Canvas File Quotas. Disponible en <https://community.canvaslms.com/t5/Canvas-Resource-Documents/Canvas-File-Quotas/ta-p/387061>.
- [22] Kimberly Michelle Ying and Kristy Elizabeth Boyer. 2020. Understanding Students' Needs for Better Collaborative Coding Tools. Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1145/3334480.3383068>.
- [23] Lima, F. K. C., & Morais, J. L. S. 2022. The Perception of a Group of Students about the Context of Remote Education. Revista de Gestão Social e Ambiental, 4, 1-23. DOI: <https://doi.org/10.47149/pemo.v4.7088>.
- [24] Louisiana State University of Alexandria. 2023. Proctorio – A Guide and Best Practices for Students. Disponible en: <https://helpdesk.lsua.edu/support/solutions/articles/48001166676->

[proctorio-a-guide-and-best-practices-for-students#:~:text=NOTE:%20Costs%20associated%20with%20Proctorio,1.](#)

[25] Lozada, J. 2014. Investigación Aplicada: Definición Propiedad Intelectual e Industria. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6163749.pdf>.

[26] Mahadevan, R., & Prabakar, S. 2023. Impact of E-Learning Among Students Pursuing Higher Education Due to COVID-19: An Exploratory Study. *Journal of Higher Education Theory & Practice*, 23(20), 195–205. DOI: <https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i20.6720>.

[27] Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2024). Lista de salarios. Disponible en https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2024.pdf.

[28] Moodle. (s.f.). Installing Moodle. Disponible en https://docs.moodle.org/405/en/Installing_Moodle.

[29] MoodleCloud. 2024. MoodleCloud Pricing & Plans. Disponible en <https://www.moodlecloud.com/pricing/>.

[30] MoodleCloud. 2024. Optimise and Add Extra Storage on MoodleCloud. Disponible en <https://support.moodle.com/support/solutions/articles/80000875796-optimise-and-add-extra-storage-on-moodlecloud>.

[31] Navarro Céspedes, V. 2021. Challenges Posed by Virtual Education During the COVID-19 Pandemic and the Opportunities Offered by Communicative Language Teaching in Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica.

[32] ONU. 2015. Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible. United Nations. Disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

[33] OpenACS. (s.f.). ACS Templating. Disponible en <https://openacs.org/xowiki/acs-templating>.

[34] OpenACS. (s.f.). Release Notes. Disponible en <https://openacs.org/doc/release-notes>.

[35] OpenACS. (s.f.). XOTcl Core. Disponible en <https://openacs.org/xowiki/xotcl-core>.

[36] Rack, O., Zahn, C., & Mateescu, M. 2018. The Cambridge Handbook of Group Interaction Analysis (pp. 277-294). Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781316286302.015>.

[37] Saarijärvi, M., & Bratt, E. L. 2021. When face-to-face interviews are not possible: tips and tricks for video, telephone, online chat, and email interviews in qualitative research. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 20(4), 392–396. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurjcn/zvab038>. PMID: 33893797; PMCID: PMC8135391.

[38] Safe Exam Browser. (s.f.). User Manual for Windows. Disponible en https://safeexambrowser.org/windows/win_usermanual_en.html.

- [39] Santamaría-Sandoval, J. R. 2023. Virtualidad en la enseñanza de investigación en la maestría en Gerencia de Proyectos del Tecnológico de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 36, 45-55. DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v36i7.6858>.
- [40] Delgado, H. D., Segreda, J. A. 2024. Análisis de la Percepción de Estudiantes y Profesores sobre la Educación Virtual en la Escuela de Administración de Tecnologías de Información del Tecnológico de Costa Rica.
- [41] Sigma Software. 2017. Using Requirements Coverage Matrices. Disponible en <https://sigma.software/about/media/using-requirements-coverage-matrices>.
- [42] Silva, G., & Acuña, E. 2024. The Shift to the 5.0 Revolution: The Challenges of Public Education in Costa Rica. *Revista de Gestión Social y Ambiental*, 18(1), 1-23.
- [43] Tadesse, S., & Muluye, W. 2020. The Impact of COVID-19 Pandemic on Education System in Developing Countries: A Review. *Open Journal of Social Sciences*, 8, 159-170. DOI: <https://doi.org/10.4236/jss.2020.810011>.
- [44] TEC. (s.f.). Centro de Desarrollo Académico (CEDA). Disponible en <https://www.tec.ac.cr/centro-desarrollo-academico-ceda>.
- [45] TEC. 2020. Comisión Institucional de Emergencia recomienda impartir lecciones utilizando tecnología digital. Oficina de Comunicación y Mercado. Disponible en https://us10.campaign-archive.com/?e=&u=ddbc6e75b2c16b3c06a1ed88d&id=5b62b940d7&fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAR2f2xH-gne8WDpeluJrdA4qwtNondNaY6rUjeEopj6bctw8mQdApMJ5WLA_aem_gEOyhlU00uticuD52hsuzA.
- [46] TEC. 2023. Departamento de Orientación y Psicología cumple 50 años, Conversemos con el TEC [Video]. Facebook. <https://www.facebook.com/tecnologicocostarica/videos/556915479845432>.
- [47] TEC Digital & Centro de Desarrollo Académico. (s.f.). Caja de herramientas digitales. Disponible en <https://sites.google.com/view/cajadeherramientasdigitales/>.
- [48] Tecnológico de Costa Rica. (s.f.). Agenda ZOOM TEC. <https://aplics.tec.ac.cr/AgendaZOOMTEC/Login/Index>.
- [49] Tecnológico de Costa Rica. (s.f.). Lineamientos para la impartición presencial y virtual en centros de formación humanística. Disponible en <https://www.tec.ac.cr/lineamientos-imparticion-presencial-virtual-centros-formacion-humanistica>.
- [50] Torres, M. 2019. Métodos de recolección de datos para una investigación. Boletín Electrónico No. 03 de la Facultad de Ingeniería, Universidad Rafael Landívar. Disponible en https://www.academia.edu/15356109/METODOS_DE_RECOLECCION_DE_DATOS_PARA_UNA_INVESTIGACION?source=swp_share

- [51] UNESCO. 2020. UNESCO Rallies International Organizations Civil Society and Private Sector Partners in a Broad Coalition to Ensure #LearningNeverStops. Disponible en <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-rallies-international-organizations-civil-society-and-private-sector-partners-broad-coalition>.
- [52] UNESCO. 2021. What's next? Lessons on education recovery: findings from a survey of ministries of education amid the COVID-19 pandemic. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379117>.
- [53] University of Pennsylvania. (s.f.). Storage Space in Canvas. Disponible en <https://infocanvas.upenn.edu/policies/storage-space-in-canvas>.
- [54] University of Toronto. 2020. Zoom: Privacy and Security Concerns. Disponible en <https://medit.med.utoronto.ca/zoom-privacy-and-security-concerns>.
- [55] WebHostingZone. (s.f.). Canvas LMS Hosting. Disponible en <https://www.webhostingzone.org/solutions/canvas-lms-hosting.html>.
- [56] Widener University Commonwealth Law School. 2017. Exam Soft - Memo for First Year. Disponible en: <https://commonwealthlaw.widener.edu/files/resources/examsoft-memo-for-first-year-7192017.pdf>
- [57] Wiegers, K., & Beatty, J. 2013. Software Requirements (3rd ed.). Microsoft Press.
- [58] Ying, K. M., & Boyer, K. E. 2020. Understanding Students' Needs for Better Collaborative Coding Tools. In Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '20). ISBN 978-1-4503-6819-3/20/04. Disponible en <https://learndialogue.org/pdf/LearnDialogue-Ying-CHI-LBW-2020.pdf>.

Capítulo 10 – Apéndices

A continuación, se presentan los apéndices de la investigación:

Apéndice A. Primera reunión con el profesor tutor

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	1		Fecha	27 de mayo del 2024
Lugar / Medio	TEC, Presencial		Tiempo de la Reunión	2 horas
Objetivo	Definición del problema, objetivos y alcance de la investigación			
Participantes	Presentes	Juan Andrés Segreda, Héctor Delgado		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto		Comentarios	Acuerdos
1.	Problema		Puntualizar en la realidad que viven los estudiantes acerca del uso de herramientas variadas e inconsistentes en la educación virtual	Redactar el problema enfocado en las consecuencias negativas de no contar con una herramienta tecnológica que asegure la consistencia, estandarización y confianza de la educación y las evaluaciones.
2.	Objetivos		Centrarlos alrededor de la necesidad de estandarizar la tecnología utilizada para la enseñanza virtual. Proponer una solución a esta problemática.	Incluir el diseño de la solución tecnológica.
3.	Alcance		Enfocar la estrategia y la herramienta a ATI, pero considerar la posibilidad de extender el alcance a todo el TEC.	Explicar que el alcance mínimo es la escuela de ATI, pero incluir la posibilidad de que el alcance crezca para incluir al TEC.
Próxima Reunión				
Temas a tratar	Fecha		Convocados	
Ninguno definido	No definida		Ninguno definido	

Apéndice B. Segunda reunión con el profesor tutor

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	2		Fecha	27 de agosto del 2024
Lugar / Medio	Teams, Virtual		Tiempo de la Reunión	15 minutos
Objetivo	Revisión y aclaración de hipótesis y situación problemática			
Participantes	Presentes	Juan Andrés Segreda, Héctor Delgado		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto		Comentarios	Acuerdos
1.	Hipótesis		Asegurar que sean respuestas a las preguntas de investigación.	Redactar las hipótesis de modo que respondan claramente las primeras dos preguntas de investigación.
2.	Situación problemática		Parte de la situación problemática es hipotética. No hay información, se formula una hipótesis de lo que está sucediendo, y se verifica con el trabajo de entrevistas y encuestas.	Definir dos apartados para la problemática: situación problemática general por analizar, y situación problemática hipotética.
Próxima Reunión				
Temas a tratar	Fecha		Convocados	
Ninguno definido	No definida		Ninguno definido	

Apéndice C. Tabla de Codificación de los Problemas de los Profesores

Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3	Profesor 4	Profesor 5	Profesor 6	Profesor 7	Profesor 8	Profesor 9	Profesor 10	Profesor11	Profesor 12	Profesor 13	Profesor 14
Falta de interacción y participación	Adaptación al formato virtual	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Falta de recursos para la innovación pedagógica	Falta de cultura para aprendizaje remoto	Desconexión personal con el estudiante	Falta de interacción y participación	Desconexión personal con el estudiante	Distracción y desmotivación de estudiantes	Falta de interacción y participación	Adaptación al formato virtual	Carga emocional y estrés docente	Falta de interacción y participación	Falta de interacción y participación
Falta de interacción y participación	Problemas con la tecnología y herramientas	Problemas con la tecnología y herramientas	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Desconexión personal con el estudiante	Desconexión personal con el estudiante	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Falta de cultura para aprendizaje remoto	Falta de interacción y participación	Carga emocional y estrés docente	Distracción y desmotivación de estudiantes	Falta de interacción y participación	Barreras para la conexión y acceso	Desconexión personal con el estudiante
Carga emocional y estrés docente	Problemas con la tecnología y herramientas	Falta de interacción y participación	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Falta de interacción y participación	Falta de recursos para la innovación pedagógica	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Problemas con la tecnología y herramientas	Problemas de asistencia	Adaptación al formato virtual	Problemas con la tecnología y herramientas	Falta de apoyo institucional	Desconexión personal con el estudiante	Distracción y desmotivación de estudiantes
Distracción y desmotivación de estudiantes	Barreras para la conexión y acceso	Falta de recursos para la innovación pedagógica	Distracción y desmotivación de estudiantes	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Falta de interacción y participación	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Falta de apoyo institucional	Desconexión personal con el estudiante	Falta de apoyo institucional	Adaptación al formato virtual	Problemas con la tecnología y herramientas	Adaptación al formato virtual	Carga emocional y estrés docente
Carga emocional y estrés docente	Barreras para la conexión y acceso	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Adaptación al formato virtual	Problemas técnicos	Falta de apoyo institucional	Adaptación al formato virtual	Falta de cultura para aprendizaje remoto	Falta de cultura para aprendizaje remoto	Falta de apoyo institucional	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Falta de cultura para aprendizaje remoto	Falta de cultura para aprendizaje remoto
Interrupciones de la clase	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Distracción y desmotivación de estudiantes	Falta de interacción y participación	Falta de interacción y participación	Distracción y desmotivación de estudiantes	-	Problemas con la tecnología y herramientas	Desconexión personal con el estudiante	Desconexión personal con el estudiante	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Falta de apoyo institucional	Distracción y desmotivación de estudiantes	Problemas con la tecnología y herramientas
Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Problemas con la tecnología y herramientas	Falta de apoyo institucional	Problemas con la tecnología y herramientas	Desconexión personal con el estudiante	Problemas con la tecnología y herramientas	-	Falta de interacción y participación	Pérdida de control sobre la clase	Barreras para la conexión y acceso	Falta de recursos para la innovación pedagógica	Problemas con la tecnología y herramientas	-	Adaptación al formato virtual
Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	-	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	Adaptación al formato virtual	Problemas con la tecnología y herramientas	-	Falta de interacción y participación	Distracción y desmotivación de estudiantes	Problemas con la tecnología y herramientas	Falta de apoyo institucional	Distracción y desmotivación de estudiantes	-	Falta de cultura para aprendizaje remoto
Barreras para la conexión y acceso	-	Barreras para la conexión y acceso	-	Problemas con la tecnología y herramientas	Problemas técnicos	-	Falta de interacción y participación	Desconfianza y dificultad en las evaluaciones	-	-	Falta de cultura para aprendizaje remoto	-	Problemas técnicos
Pérdida de control sobre la clase	-	Pérdida de control sobre la clase	-	Problemas con la tecnología y herramientas	Adaptación al formato virtual	-	Falta de interacción y participación	Falta de cultura para aprendizaje remoto	-	-	-	-	Falta de cultura para aprendizaje remoto
Problemas técnicos	-	-	-	-	Distracción y desmotivación de estudiantes	-	Falta de apoyo institucional	Problemas con la tecnología y herramientas	-	-	-	-	Falta de apoyo institucional
Adaptación al formato virtual	-	-	-	-	Problemas con la tecnología y herramientas	-	Adaptación al formato virtual	-	-	-	-	-	-
Pérdida de control sobre la clase	-	-	-	-	Problemas con la tecnología y herramientas	-	Falta de interacción y participación	-	-	-	-	-	-
Barreras para la conexión y acceso	-	-	-	-	Problemas con la tecnología y herramientas	-	Problemas con la tecnología y herramientas	-	-	-	-	-	-
Desconexión personal con el estudiante	-	-	-	-	Problemas técnicos	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga emocional y estrés docente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Apéndice D. Tabla de Codificación de las Funcionalidades de los Profesores

Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3	Profesor 4	Profesor 5	Profesor 6	Profesor 7	Profesor 8	Profesor 9	Profesor 10	Profesor11	Profesor 12	Profesor 13	Profesor 14
Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia	Videoconferencia	Gestión de la Sesión	Videoconferencia	Pantalla compartida	Gestión de Archivos	Videoconferencia	Videoconferencia	Encuestas
Pantalla compartida	Audio y Video	Pantalla compartida	Pantalla compartida	Breakout rooms	Pantalla compartida	Breakout rooms	Gestión de la Sesión	Pizarras colaborativas	Breakout rooms	Pantalla compartida	Pantalla compartida	Gestión de Archivos	Evaluaciones Virtuales
Breakout rooms	Pantalla compartida	Pizarras colaborativas	Grabaciones	Pizarras colaborativas	Breakout rooms	Pizarras colaborativas	Evaluaciones Virtuales	Breakout rooms	Pizarras colaborativas	Grabaciones	Breakout rooms	Actividades interactivas	Breakout rooms
Grabaciones	Breakout rooms	Videoconferencia	Breakout rooms	Pizarras colaborativas	Audio y Video	Encuestas	Videoconferencia	Pantalla compartida	Audio y Video	Gestión de Notas	Audio y Video	Actividades interactivas	Evaluaciones Virtuales
Chat	Actividades interactivas	Grabaciones	Pizarras colaborativas	Canales Individuales para Estudiantes	Pizarras colaborativas	-	Gestión de Archivos	-	Gestión de Archivos	Foros	Actividades interactivas	Actividades interactivas	Videoconferencia
Reacciones	Pizarras colaborativas	Breakout rooms	Breakout rooms	Evaluaciones Virtuales	-	-	Chat		Evaluaciones Virtuales	Documentos Colaborativos	Reacciones	Videoconferencia	Gestión de Archivos
Videoconferencia	Documentos Colaborativos	Pantalla compartida	-	Control de Plagio	-	-	Gestión de Archivos	-	Videoconferencia	Videoconferencia	Pizarras colaborativas	Pantalla compartida	Videoconferencia
Pizarras colaborativas	Chat	Chat	-	Control de Asistencia	-	-	Gestión de Archivos	-	-	Vista general de todos los estudiantes conectados	Control de Plagio	Breakout rooms	Evaluaciones Virtuales
Actividades interactivas	Gestión de archivos	Gestión de archivos	-	Pantalla compartida	-	-	Comunicación Instantánea	-	-	Pantalla compartida	-	Pantalla compartida	Transcripción de Grabación
-	Pizarras colaborativas	-	-	Pizarras colaborativas	-	-	Encuestas	-	-	Breakout rooms	-	Marcador Virtual	Grabaciones
-	-	-	-	Audio y Video	-	-	Breakout rooms	-	-	Mensajes Masivos a los Breakout Rooms	-	Gestión de Archivos	Fondo Virtual
-	-	-	-	Control Remoto de la Pantalla	-	-	Pantalla compartida	-	-	Breakout rooms	-	Planificación de Cursos	Pantalla compartida
-		-	-	Reacciones	-	-	-	-	-	Pizarras colaborativas	-	Comunicación Instantánea	Reacciones
-	-	-	-	Gestión de la Sesión	-	-	-	-	-	Fondo Virtual	-	Gestión de Notas	Chat
-	-	-	-	Chat	-	-	-	-	-	Audio y Video	-	Encuestas	Sala de Espera
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Control de Asistencia	Pizarras colaborativas
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Documentos Colaborativos
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Actividades interactivas

Apéndice E. Tabla de Codificación de las Mejoras Deseadas por los Profesores

Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3	Profesor 4	Profesor 5	Profesor 6	Profesor 7	Profesor 8	Profesor 9	Profesor 10	Profesor11	Profesor 12	Profesor 13	Profesor 14
Producción Audiovisual	Proctoring	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades	Proctoring	Integración de Plataformas	Editor de Código Colaborativo	Verificación de Identidad	Aplicaciones de IA	Verificación de Identidad	Acompañamiento y Capacitacion	Proctoring	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades	Automatización de Reuniones Virtuales	Aplicaciones de IA
Mejor Herramienta de Chat	Herramienta de Diagramación	Producción Audiovisual	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades	Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS)	Herramienta de Diagramación	Editor de Código Colaborativo	Aplicaciones de IA	Herramienta de Diagramación	Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS)	Herramienta de Diagramación	Acompañamiento y Capacitacion	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades	Monitoreo de Asistencia
Proctoring	Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS)	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades	Monitoreo de Asistencia	Monitoreo de Asistencia	Pizarras Colaborativas	Acompañamiento y Capacitacion	Robustez de las Evaluaciones	Producción Audiovisual	Proctoring	Aplicaciones de IA	Robustez de las Evaluaciones	Aplicaciones de IA	Más Funcionalidades en los Breakout Rooms
Pizarras Colaborativas	Integración de Plataformas	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades	Verificación de Identidad	-	Proctoring	Robustez de las Evaluaciones	Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS)	Proctoring	-	Aplicaciones de IA	Repositorio de Preguntas Reutilizable	Proctoring	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades
Verificación de Identidad	Aplicaciones de IA	Robustez de las Evaluaciones	Más Funcionalidades en los Breakout Rooms	-	-	Herramienta de Diagramación	Aplicaciones de IA	Pizarras Colaborativas	-	-	-	-	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades
-	-	Acompañamiento y Capacitacion	Repositorios de Preguntas	-	-	-	-	Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS)	-	-	-	-	-
-	-	Proctoring	Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	Mejores Herramientas para Dinámicas y Actividades	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

Apéndice F. Respuestas abiertas de los estudiantes encuestados

1	Ninguno.	28	A veces, poca preparación de los profesores al dar la clase.	54	Los profesores se desentendían o explotaban demasiado a los alumnos.	81	Constantemente se pega y no permite concentrarse realmente en la clase.
3	La concentración en modalidad virtual disminuye, considero.	29	Organización del curso.	55	Tal vez que los estudiantes no son muy activos, no son responsables y no comprenden el compromiso que conlleva recibir clases virtuales, en vez de sacar su mayor provecho.	82	A veces falta de interacción con los estudiantes por parte del profesor.
4	Es mucho mejor presencial, virtual no funciona.	30	Tengo problemas mayormente con el TecDigital; la página no carga, se pega o tarda tanto tiempo en cargar que Google tira un error.	56	A veces las clases son virtuales, se enseñan muchas cosas, pero a la hora de las evaluaciones, o son muy diferentes a los temas vistos o hacen los exámenes presenciales.	83	En ocasiones no se da una buena comunicación entre los docentes y estudiantes.
5	La calidad de la clase se reduce mucho.	31	Organización del curso.	57	Mala conexión, imposibilidad de entregar documentos.	84	En cuanto al uso por parte de algunos profesores, considero que han habido problemas, dificultades, entre otros, debido al desconocimiento o mal uso de una plataforma, provocando atrasos en clases o en el acceso a materiales del curso. En cuanto a plataformas con las que mayoritariamente he tenido problemas o disconformidades es con Microsoft Teams al no mostrar reuniones en curso. También he tenido problemas con el TecDigital cuando requiero hacer alguna evaluación o subir algún documento y la plataforma se cae antes de poder subir el documento, al navegar en ella o en la realización de una evaluación como un quiz o examen en el GAAP.
6	Que las clases no sean dinámicas.	32	Mayor distracción y la comunicación siento que es más pausada.	58	Aunque uno tenga buen internet, puede ser que se le caiga la red a uno y el profesor no lo deje volver a entrar a la reunión.	85	Existen profesores que no saben adecuar la materia y explicaciones a la modalidad virtual.
7	No muchos, pero prefiero la modalidad presencial en la mayoría de los casos.	33	En lo personal, no me atraen tanto y prefiero clases presenciales.	59	Desconcentración, caída de las plataformas, desorganización por parte del profesor.	86	Muchas veces los profesores en virtual no graban las clases y a menudo no responden los correos.
8	Que no manden tantas cosas.	34	La poca capacitación de los profesores.	60	Si hay problemas de internet, en una clase se pierde fácilmente, uno se desconcentra al no entender de qué parte se habla.	87	Concentración.
10	No aprendo nada, no retengo nada.	35	La dificultad de poner atención.	61	Me encantaría volver a clases virtuales, no tengo disconformidades.	88	Los profesores no son comprensivos con las fallas del internet, se aumenta el plagio entre estudiantes y, por ende, se disminuye el aprendizaje real. No hay concordancia entre lo enseñado y lo evaluado. Si les cuesta ser buenos profesores presencialmente hablando, virtual es peor.
11	La conexión.	36	Unirse a 100 mil grupos en 100 mil aplicaciones diferentes.	63	Conectividad.	89	Falta de concentración.
12	Fallo en la red y en el uso de estas aplicaciones.	39	El poco compromiso de los profesores; al ser virtual, el curso toma otra connotación y los profesores muchas veces no se toman en serio el enseñar y simplemente brindan los recursos, pero no los explican.	64	Aburrimiento, problemas técnicos y de compatibilidad, falta de práctica, caídas de sistemas.	90	La conexión a internet en algunos casos genera un gran problema al recibir clases virtuales.
13	Distracciones del entorno y fallos con el servicio de internet.	41	Herramientas como el GAAP han causado que a algunos se nos anulen pruebas o quices por un refrescamiento de la página o un dodazo.	65	Las clases virtuales son una oportunidad para las personas que viven lejos, entonces apreciar esta modalidad genera oportunidades para que todos puedan estudiar.	91	Exceso de métodos de seguridad que dificultan acceder a la plataforma.
14	El hecho de que hay que encender la cámara.	42	En ocasiones se presentan problemas con el internet, la luz, los dispositivos, etc., lo que causa que no sea posible asistir a las lecciones y algunos profesores no facilitan las grabaciones de las clases o del todo no graban las clases.	67	Teams está mal configurado.	92	Considero que para las evaluaciones, el protocolo es bastante incorrecto, pues cualquier problema de conexión no previsto puede generar que un estudiante pierda una evaluación y en ese caso falta empatía por parte de los profesores. Sé que algunas personas se aprovechan, pero hay excepciones.
15	Normalmente no comprenden el fallo de internet por buvías.	43	Pienso que hay algunos cursos que no es para nada conveniente impartirlos de manera virtual, debido a que las herramientas no se acoplan tan bien y el rendimiento disminuye.	68	Ninguna.	93	A veces no se le da la misma profundidad de forma virtual.
16	Poca retención de información a largo plazo.	44	La desconformidad al tener que presentarse con la cámara encendida y mostrarse atento y adecuadamente en la cámara, además de la poca comodidad de comunicarse ante todos los compañeros o los profesores verbalmente.	69	La pérdida de paquetes cuando se solicita la webcam durante tantas horas.	94	Muchas distracciones.
17	Quizás problemas con la conexión puede llegar a ser una dificultad.	45	La falta de conocimiento de uso de las herramientas por parte de profesores y estudiantes.	70	Falta de comprensión de los profesores con problemas de conectividad.	95	El principal disgusto son problemas eléctricos o de conexión a internet; asimismo, muchas veces los profesores no graban las clases, correos que se quedan sin responder por parte de los profesores.
19	Si trata de Zoom es efectivo, Teams no me gusta.	46	Problemas de internet y caídas constantes del TecDigital.	71	Como tal, no presento problemas, solo que yo personalmente prefiero las clases presenciales.	96	Problemas de conexión a internet.
20	Distracciones, menor facilidad para comunicarme, menor motivación.	47	Lo poco dinámico que resulta. La poca interacción con compañeros y profesores.	72	Hasta el momento no se me ha presentado ningún problema significativo.	97	Tal vez, que las plataformas no permiten hacer actividades interactivas en tiempo de clase, tipo Quizizz.
21	Cuando hay mucha materia.	48	La mayor dificultad es la concentración, ya que al estar en mi hogar busco muchos más distractores.	73	Falta de compromiso.	98	La comunicación con los profesores es más lenta; tal vez uno solo tiene una pregunta rápida, pero como es virtual, tiene que esperar a que responda el correo, y si surge otra se tiene que seguir esperando.
22	Ninguno.	49	Las clases virtuales están bien, el único problema es la monotonía de los profesores de llegar y leer una diapositiva.	74	Siento un poco de interés por parte de los profesores, las clases las siento como "lira".	99	Falta de capacitación de los profesores al usar algunas herramientas tecnológicas.
23	Dependiendo de la ubicación en que se encuentre la persona, esta puede tener distracciones que afecten su rendimiento y capacidad de aprendizaje a lo largo de las clases.	50	Prestar atención se me hace más complicado.	75	Los profesores no saben cómo impartir de manera adecuada clases virtuales.	100	Cuando Sonia exigía la cámara en clases y en ocasiones no se podía poner.
24	Tal vez un problema sería la falta de honestidad de los estudiantes en las evaluaciones virtuales.	51	A veces la plataforma del TecDigital está muy lenta o no guarda correctamente los quices cuando se realiza la prueba en el GAAP.	76	Materiales didácticos no adaptados para un ambiente asincrónico o virtual.	101	En mi opinión, la virtual no es una opción viable para dar las clases, por más que se mejoren las herramientas o las aplicaciones que se utilizan, la relación y comunicación con el profesor y estudiantes nunca serán lo mismo. Como estudiante, considero que socializar y establecer conexiones con otras personas presencialmente es esencial para nuestro desempeño laboral y en la vida. Para mí, personalmente sería una lástima desperdiciar contenidos y cursos tan bonitos como los tiene ATI a través del método virtual, pues en mi experiencia, el aprendizaje es más llevadero en la presencialidad. En comparación con la virtualidad, los contenidos que he visto en persona son más relevantes y fáciles de retener tanto a corto como largo plazo. Personalmente, la virtualidad siempre ha sido un desafío; por más que tenga buena conexión y un buen dispositivo, me cuesta concentrarme en las clases y no me siento tan conectada.
26	Si antes o después se tiene una clase presencial.	52	Falta de interactividad y aumento de la monotonía en el aprendizaje, el cual resulta difícil para algunos estudiantes.	79	Algunas plataformas son poco intuitivas.	102	La mayor dificultad que he visto es lograr transferir el compromiso de los profesores y estudiantes de la modalidad presencial a la virtual; la barrera de no poner cámara genera que los estudiantes en ocasiones no se tomen las clases con seriedad, y cuando el docente no pone la cámara se percibe lo mismo de parte de él. A pesar de esto, hay que tener comprensión porque no todos cuentan con los recursos para tener las clases con cámara.
27	Se pueden experimentar distracciones.	53	Audio atrasado o que no se escucha del todo.	80	Ninguno.	103	Algunos profes no se preparan para la clase y no saben usar la herramienta.

Apéndice G. Cobertura del TEC Digital y los Tres Principales LMS del Mercado sobre los requerimientos de la solución

Requerimientos	Priorización	TEC Digital	Classroom	Moodle	Canvas
RF-01	Must Have	X	X	X	X
RF-02	Must Have	X	X	X	X
RF-03	Must Have	X	X	X	X
RF-04	Must Have	X	X	X	X
RF-05	Must Have	X	X	X	X
RF-06	Must Have	X	X	X	X
RF-07	Must Have	X	X	X	X
RF-08	Must Have	X	X	X	X
RF-09	Must Have	X	X	X	X
RF-10	Must Have	X	X	X	X
RF-11	Must Have	X	X	X	X
RF-12	Must Have	X	X	X	X
RF-13	Must Have	X	X	X	X
RF-14	Must Have	X	X	X	X
RF-15	Must Have	X	X	X	X
RF-16	Should Have	X	X	X	X
RF-17	Should Have	X	X	X	X
RF-18	Could Have	X	X	X	X
RF-19	Must Have	X	X	X	X
RF-20	Must Have	X	X	X	X
RF-21	Must Have	X	X	X	X
RF-22	Should Have	X	X	X	X
RF-23	Would Have				
RF-24	Must Have	X	X	X	X
RF-25	Should Have	X	X	X	X
RF-26	Should Have	X	X	X	X
RF-27	Could Have	X		X	X
RF-28	Could Have	X	X	X	X
RF-29	Must Have	X	X	X	X
RF-30	Must Have	X	X	X	X
RF-31	Must Have	X	X	X	X
RF-32	Must Have	X	X	X	X
RF-33	Should Have	X	X	X	X
RF-34	Could Have				
RF-35	Could Have	X	X	X	X
RF-36	Could Have	X	X	X	X
RF-37	Must Have	X	X	X	X
RF-38	Must Have	X	X	X	X
RF-39	Must Have	X	X	X	X
RF-40	Must Have	X	X	X	X

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

RF-41	Must Have	X	X	X	X
RF-42	Must Have	X	X	X	X
RF-43	Must Have	X	X	X	X
RF-44	Must Have	X	X	X	X
RF-45	Must Have	X		X	X
RF-46	Must Have	X		X	X
RF-47	Must Have	X		X	X
RF-48	Must Have	X	X	X	X
RF-49	Must Have	X	X	X	X
RF-50	Must Have	X	X	X	X
RF-51	Must Have	X	X	X	X
RF-52	Must Have	X		X	X
RF-53	Must Have	X	X	X	X
RF-54	Should Have	X	X	X	X
RF-55	Must Have	X	X	X	X
RF-56	Should Have	X	X	X	X
RF-57	Must Have	X	X	X	X
RF-58	Must Have	X	X	X	X
RF-59	Should Have	X		X	X
RF-60	Must Have	X	X	X	X
RF-61	Must Have	X	X	X	X
RF-62	Must Have	X	X	X	X
RF-63	Should Have	X	X	X	X
RF-64	Would Have		X	X	X
RF-65	Would Have		X	X	X
RNF-1	Must Have	X	X	X	X
RNF-2	Must Have	X	X	X	X
RNF-3	Must Have	X	X	X	X
RNF-4	Must Have	X	X	X	X
RNF-5	Should Have	X	X	X	X
RNF-6	Must Have	X	X	X	X
RNF-7	Should Have	X	X	X	X
RNF-8	Must Have	X	X	X	X
Total (311)		306	283	308	308

Apéndice H. Cobertura de Zoom y Teams sobre los Requerimientos

Requerimientos	Priorización	Teams	Zoom
RF-01	Must Have	X	X
RF-02	Must Have	X	X
RF-03	Must Have	X	X
RF-04	Must Have	X	X
RF-05	Must Have	X	X
RF-06	Must Have	X	X
RF-07	Must Have	X	X
RF-08	Must Have	X	X
RF-09	Must Have	X	X
RF-10	Must Have	X	X
RF-11	Must Have	X	X
RF-12	Must Have	X	X
RF-13	Must Have	X	X
RF-14	Must Have	X	X
RF-15	Must Have	X	X
RF-16	Should Have	X	X
RF-17	Should Have	X	X
RF-18	Could Have	X	X
RF-19	Must Have	X	X
RF-20	Must Have	X	X
RF-21	Must Have	X	X
RF-22	Should Have	X	X
RF-23	Would Have		
RF-24	Must Have	X	X
RF-25	Should Have	X	X
RF-26	Should Have	X	X
RF-27	Could Have	X	X
RF-28	Could Have	X	X
RF-29	Must Have	X	X
RF-30	Must Have	X	X
RF-31	Must Have	X	X
RF-37	Must Have	X	X
RF-38	Must Have	X	X
RF-60	Must Have	X	X
RNF-1	Must Have	X	X
RNF-2	Must Have	X	X
RNF-3	Must Have	X	X
RNF-4	Must Have	X	X
RNF-5	Should Have	X	X
RNF-6	Must Have	X	X
RNF-7	Should Have	X	X

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

RNF-8	Must Have	X	X
Total (182)		182	182

Apéndice I. Cobertura de las Herramientas de Proctoring sobre los Requerimientos

Requerimientos	Priorización	ProctorU	ExamSoft	Proctorio	Safe Exam Browser
RF-53	Must Have	X	X	X	X
RF-54	Should Have	X	X	X	X
RF-55	Must Have	X	X	X	X
RF-56	Should Have	X	X	X	X
RF-57	Must Have	X	X	X	X
RF-58	Must Have	X	X	X	X
RF-59	Should Have	X	X	X	X
RNF-1	Must Have	X	X	X	X
RNF-2	Must Have	X	X	X	X
RNF-3	Must Have	X	X	X	X
RNF-4	Must Have	X	X	X	X
RNF-5	Should Have	X	X	X	X
RNF-6	Must Have	X	X	X	X
RNF-7	Should Have	X	X	X	X
RNF-8	Must Have	X	X	X	X
Total (62)		62	62	62	62

Apéndice J. Cobertura de las Herramientas de Actividades y Gamificación sobre los Requerimientos

Requerimientos	Priorización	Blooket	Nearpod	ClassKick
RF-61	Must Have	X	X	X
RF-62	Must Have	X	X	X
RF-63	Should Have	X	X	X
RNF-1	Must Have	X	X	X
RNF-2	Must Have	X	X	X
RNF-3	Must Have	X	X	X
RNF-4	Must Have	X	X	X
RNF-5	Should Have	X	X	X
RNF-6	Must Have	X	X	X
RNF-7	Should Have	X	X	X
RNF-8	Must Have	X	X	X
Total (48)		48	48	48

Apéndice K. Cobertura de las Herramientas de Pizarra Colaborativa sobre los Requerimientos

Requerimientos	Priorización	Miro	Mural	Padlet	Microsoft Whiteboard
RF-29	Must Have	X	X	X	X
RF-30	Must Have	X	X	X	X
RF-31	Must Have	X	X	X	X
RNF-1	Must Have	X	X	X	X
RNF-2	Must Have	X	X	X	X
RNF-3	Must Have	X	X	X	X
RNF-4	Must Have	X	X	X	X
RNF-5	Should Have	X	X	X	X
RNF-6	Must Have	X	X	X	X
RNF-7	Should Have	X	X	X	X
RNF-8	Must Have	X	X	X	X
Total (51)		51	51	51	51

Apéndice L. Cotización de Servicios en AWS para el LMS Paralelo



Contact your AWS representative: [Contact Sales](#)

Export Date: 10/30/2024

Language: English

[Estimate url](#)

Estimate summary

Upfront cost

2,972.27 USD

Monthly cost

82.42 USD

Total 12 months cost

3,961.31 USD

Includes upfront cost

Detailed Estimate

Name

Amazon Simple Storage Service (S3)

Status

Description:

Config summary

Group

-

-

-

S3 Standard storage (3 TB per month), PUT, COPY, POST, LIST requests to S3 Standard (1000000), GET, SELECT, and all other requests from S3 Standard (10000000), Data returned by S3 Select (1 TB per month), Data scanned by S3 Select (1 TB per month) DT Inbound: Not selected (0 TB per month), DT Outbound: Not selected (0 TB per month)

Region

US East (Ohio)

Upfront cost

0.00 USD

Monthly cost

82.42 USD

Name

Amazon EC2

Status

Description:

Config summary

Group

-

-

-

Tenancy (Shared Instances), Operating system (Linux), Workload (Consistent, Number of instances: 1), Advance EC2 instance (t3a.2xlarge), Pricing strategy (Amazon EC2 Instance Savings Plans 3yr All Upfront), Enable monitoring (disabled), DT Inbound: Not selected (0 TB per month), DT Outbound: Not selected (0 TB per month), DT Intra-Region: (0 TB per month)

Region

US East (Ohio)

Upfront cost

2,972.27 USD

Monthly cost

0.00 USD

Acknowledgement

AWS Pricing Calculator provides only an estimate of your AWS fees and doesn't include any taxes that might apply. Your actual fees depend on a variety of factors, including your actual usage of AWS services. [Learn more](#)

Apéndice M. Tercera reunión con el profesor tutor

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	3		Fecha	3 de septiembre del 2024
Lugar / Medio	Teams, Virtual		Tiempo de la Reunión	40 minutos
Objetivo	Discusión de la metodología y las fases siguientes del proyecto			
Participantes	Presentes	Juan Andrés Segreda, Héctor Delgado		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto		Comentarios	Acuerdos
1.	Metodología		Asegurar que sean respuestas a las preguntas de investigación.	Redactar las hipótesis de modo que respondan claramente las primeras dos preguntas de investigación.
2.	Ingeniería de Requerimientos		Hay que definir los requerimientos para que funcionen como insumo de la selección de herramientas. Van a representar las necesidades de las poblaciones estudiadas.	Redactar los requerimientos a partir de las necesidades y criterios. Considerar durante la redacción que los requerimientos van a servir como una rúbrica para evaluar las herramientas del mercado.
3.	Fases del proyecto		Se esclareció la ruta de la investigación y cómo se llegaría al resultado deseado.	Se definieron las fases finales de la investigación y cómo se realizarían para asegurar la cobertura de los temas más importantes.
Próxima Reunión				
Temas a tratar	Fecha		Convocados	
Ninguno definido	No definida		Ninguno definido	

Apéndice N. Cuarta reunión con el profesor tutor

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	4		Fecha	27 de septiembre del 2024
Lugar / Medio	Teams, Virtual		Tiempo de la Reunión	27 minutos
Objetivo	Discutir los hallazgos y redacción del artículo científico			
Participantes	Presentes	Juan Andrés Segreda, Héctor Delgado		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto		Comentarios	Acuerdos
1.	Estructura del artículo		Se discutió el acercamiento al artículo y cuáles serían las secciones de este.	Se determinó estudiar ambas poblaciones por separado y realizar dos evaluaciones distintas. En la discusión, se incluirán las dos evaluaciones y se llegará a una conclusión general a partir de dos conclusiones específicas.
2.	Interpretación de los hallazgos del artículo		No se había definido un tratamiento para los datos que permitiera interpretarlos de forma confiable. Se conversó al respecto de las implicaciones de los hallazgos y cuál sería la manera de discutir sobre ellos y llegar a conclusiones concretas.	Se acordó realizar un análisis mayoritariamente cuantitativo que permitiera realizar dos acciones: - Hablar acerca de los datos en términos de porcentajes - Realizar una prueba de hipótesis para cada población
Próxima Reunión				
Temas a tratar	Fecha		Convocados	
Ninguno definido	No definida		Ninguno definido	

Apéndice O. Quinta reunión con el profesor tutor

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	5		Fecha	14 de octubre del 2024
Lugar / Medio	Teams, Virtual		Tiempo de la Reunión	1 hora 20 minutos
Objetivo	Discutir los hallazgos de la fase de exploración de las herramientas del mercado			
Participantes	Presentes	Juan Andrés Segreda, Héctor Delgado		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto	Comentarios		Acuerdos
1.	Herramientas encontradas	La exploración de herramientas arrojó resultados interesantes en relación con la integración de las herramientas. Se discutieron las implicaciones de los resultados y qué pasos tomar al respecto.		Se decidió crear categorías para agrupar las herramientas encontradas según las categorías de los requerimientos redactados. También se decidió utilizar una escala de puntajes para comparar las herramientas entre ellas cuando llegara el momento de evaluar la cobertura de los requerimientos.
2.	Propuesta de un LMS paralelo	Una de las opciones encontrada fue utilizar un LMS paralelo al TEC Digital como plataforma central de la solución tecnológica. Se discutió la viabilidad de tal propuesta y los aspectos a tomar en consideración.		Se determinó evaluar la implementación de Moodle como un LMS paralelo que formara la plataforma central de la solución tecnológica. Se investigaron sus requerimientos, así como la configuración mínima estimada para su despliegue en la carrera.
3.	Papel del TEC Digital en la investigación	Se conversó al respecto del papel del TEC Digital como plataforma LMS ofrecida por el TEC.		Se acordó tener una reunión con el TEC Digital para discutir y preguntar al respecto de temas técnicos, de

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

		Parte de la conversación incluyó poner en duda nuestra preconcepción al respecto de la utilizada del TD en la investigación.	infraestructura, de integración y de oportunidades para la realización de desarrollos internos.
Próxima Reunión			
Temas a tratar	Fecha	Convocados	
Ninguno definido	No definida	Ninguno definido	

Apéndice P. Reunión con Ingenieros del TEC Digital

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	1		Fecha	21 de octubre del 2024
Lugar / Medio	Teams, Virtual		Tiempo de la Reunión	1 hora 28 minutos
Objetivo	Discutir temas técnicos y operativos del TEC Digital			
Participantes	Presentes	Héctor Delgado, Jacqueline Solís, Iván Mata		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto	Comentarios	Acuerdos	
1.	Estructura del equipo de trabajo del TecDigital	Equipo compuesto por diseño, desarrollo, administración, infraestructura, soporte y capacitación, coordinado con la vicerrectoría de docencia para canalizar necesidades.	Ninguno	
2.	Proceso de desarrollo de proyectos	Para proyectos aprobados, se realiza levantamiento de requisitos, entrevistas y análisis conjunto entre diseño y desarrollo antes de lanzar en producción.	Ninguno	
3.	Plataforma de TecDigital	Basada en Open ACS (MIT) con personalizaciones y actualizaciones continuas. Tiene 152 paquetes que soportan la docencia en el TEC. No se utiliza LTI.	Ninguno	
4.	Peticiones de funcionalidad	Reciben muchas solicitudes de mejoras y nuevas funcionalidades; las analizan para adaptarse a todas las escuelas del TEC.	Ninguno	

		Algunos desarrollos específicos se financian por las escuelas.	
5.	Comparación con Moodle	Moodle es limitado y complicado en flexibilidad, personalización y seguridad en comparación al TEC Digital. Esto dificulta su adopción en el TEC. TD ofrece más personalización y estabilidad.	Ninguno
6.	Información sensible y seguridad	La información del TEC es delicada; usan IPs estáticas y tienen limitaciones de seguridad internas.	Ninguno
7.	Herramientas y proyectos futuros	Actualmente utilizan TinyMCE para la edición de texto. Se planea una actualización de GAAP (GAAP2) en Angular con mayor seguridad. No hay una herramienta de proctoring en proceso de desarrollo.	Ninguno
Próxima Reunión			
Temas a tratar	Fecha	Convocados	
Preguntas al respecto de OpenACS y paquetes de .LRN. Preguntas acerca del proceso de desarrollo interno dentro del TEC Digital	Durante la semana del 21 al 27 de octubre. A través del chat de Teams.	Miembros del Equipo del TEC Digital Héctor Delgado	

Apéndice Q. Sexta reunión con el profesor tutor

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	6		Fecha	24 de octubre del 2024
Lugar / Medio	Llamada por WhatsApp		Tiempo de la Reunión	1 hora
Objetivo	Discutir la información obtenida de los ingenieros del TEC Digital			
Participantes	Presentes	Juan Andrés Segreda, Héctor Delgado		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto		Comentarios	Acuerdos
1.	Funcionalidades e integraciones del TD		Se conversó acerca de las funcionalidades e integraciones que el equipo del TEC Digital explicó. Se comparó con los requerimientos elicitados y las capacidades de otros LMS.	Se determinó incluir al TEC Digital en la evaluación de las herramientas disponibles.
2.	Desarrollos internos dentro del TEC Digital		Se conversó al respecto de la posibilidad de patrocinar un desarrollo interno dentro del TD. Se investigó acerca del LMS llamado OpenACS en el que está basado el TD. Se encontró que existe un paquete para OpenACS que permite la integración de un software llamado Safe Exam Browser.	Se decidió comparar la implementación de un LMS paralelo con el tiempo y costo de integrar SEB en el TD.
Próxima Reunión				
Temas a tratar	Fecha		Convocados	
Ninguno definido	No definida		Ninguno definido	

Apéndice R. Séptima reunión con el profesor tutor

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	7		Fecha	5 de noviembre del 2024
Lugar / Medio	Teams, Virtual		Tiempo de la Reunión	
Objetivo	Revisar la evaluación de las herramientas y definir la redacción de la solución formal			
Participantes	Presentes	Juan Andrés Segreda, Héctor Delgado		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto		Comentarios	Acuerdos
1.	Resultados de las evaluaciones		Se conversó acerca de las herramientas escogidas para la solución. Se revisaron las justificaciones y se confirmaron las decisiones.	Se escogió una herramienta por categoría definida. Se prefirieron las herramientas de Microsoft 365 debido a su capacidad de integración. Además, cuentan con el beneficio de ser ofrecidas por la institución.
2.	Revisión de las integraciones		Se revisaron las integraciones de todas las herramientas para asegurar que la solución fuera lo más unificada posible. Se conversó acerca de los diferentes grados de integración presentes en las herramientas y cuál sería la manera de proponerlo en la solución formal.	Se
4.	Inclusión de un temario de capacitación para la solución		Se conversó al respecto de la necesidad de plantear un temario de capacitación que complemente la solución propuesta.	Se decidió incluir un temario de capacitación con los pasos que permiten cubrir todos los requerimientos. Además, se decidió

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

			ofrecer diagramas de casos de uso para los procesos y funcionalidades que se beneficien de ellos.
Próxima Reunión			
Temas a tratar	Fecha	Convocados	
Ninguno definido	No definida	Ninguno definido	

Apéndice S. Minuta de Reunión de la Entrevista con el Departamento de Orientación y Psicología

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	1		Fecha	29 de agosto del 2024
Lugar / Medio	Teams, Virtual		Tiempo de la Reunión	1 hora
Objetivo	Conocer los criterios y opiniones del Departamento de Orientación y Psicología al respecto de las herramientas tecnológicas utilizadas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje			
Participantes	Presentes	Héctor Delgado, Adriana Mata Salas		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto		Comentarios	Acuerdos
1.	Adaptación estudiantil a la virtualidad		Estudiantes enfrentaron dificultades por desconocimiento del entorno virtual, vergüenza al usar cámaras y problemas de concentración. Se identificaron beneficios como flexibilidad y ahorro en traslados.	Ninguno
2.	Recomendaciones para entornos virtuales		Necesidad de metodologías más allá de clase magistral, incorporar elementos lúdicos y vivenciales. Importancia de generar espacios intencionales para redes de apoyo entre estudiantes.	Ninguno
3.	Aspectos integrales de formación virtual		Énfasis en formación integral incluyendo ergonomía, salud mental y habilidades sociales. La experiencia universitaria debe ir más allá de lo académico, incluso en modalidad virtual.	Ninguno
Próxima Reunión				
Temas a tratar	Fecha		Convocados	
Ninguno definido	No definida		Ninguno definido	

Apéndice T. Minuta de Reunión de la Entrevista con el Centro de Desarrollo Académico

Minuta de la Reunión			
Reunión Numero	1	Fecha	4 de septiembre del 2024
Lugar / Medio	Teams, Virtual	Tiempo de la Reunión	1 hora 24 minutos
Objetivo	Conocer los criterios y opiniones del Centro de Desarrollo Académico al respecto de las herramientas tecnológicas utilizadas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje		
Participantes	Presentes	Héctor Delgado, Martha Isabel Quesada	
	Ausentes	Ninguno	
Temas Tratados			
No.	Asunto	Comentarios	Acuerdos
1.	Criterios de selección de herramientas tecnológicas	Se prioriza que las herramientas sean gratuitas, fáciles de usar, con curva de aprendizaje rápida. Se clasifican según su función (evaluación, diagnóstico, etc.) y se prueban antes de recomendar.	Ninguno
2.	Desafíos en implementación de metodologías virtuales	Principal obstáculo es la baja participación docente en capacitaciones pedagógicas. Profesores muestran apatía por capacitarse, citando falta de tiempo y reconocimiento profesional. Esto resulta en clases poco dinámicas y evaluaciones débiles.	Ninguno
3.	Tendencias emergentes en pedagogía	Se trabaja en modalidades híbridas, metodologías activas como enseñanza entre pares, estudio de casos, aprendizaje basado en problemas y proyectos. Se explora el uso de IA en docencia y evaluación auténtica.	Ninguno
Próxima Reunión			
Temas a tratar	Fecha	Convocados	
Ninguno definido	No definida	Ninguno definido	

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

Apéndice U. Tabla de Codificación de las Respuestas Abiertas de los Estudiantes

1	Sin quejas/prefiere virtualidad	28	Falta de preparación de los profesores para entorno virtual	54	Exceso de trabajo/tareas	81	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas
3	Problemas de concentración/distracciones	29	Problemas de organización del curso	55	Falta de compromiso de los estudiantes	82	Falta de interacción/comunicación efectiva
4	Calidad de enseñanza reducida	30	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas	56	Problemas con evaluaciones virtuales	83	Falta de interacción/comunicación efectiva
5	Calidad de enseñanza reducida	31	Problemas de organización del curso	57	Problemas de conexión a internet	84	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas
6	Monotonía/falta de dinamismo en las clases	32	Problemas de concentración/distracciones	58	Falta de comprensión de los profesores ante problemas técnicos	85	Falta de preparación de los profesores para entorno virtual
7	Sin quejas/prefiere virtualidad	33	Dificultad para adaptar ciertos cursos al formato virtual	59	Problemas de concentración/distracciones	86	Falta de grabación de clases
				59.b	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas		
				59.c	Problemas de organización del curso		
8	Exceso de trabajo/tareas	34	Falta de preparación de los profesores para entorno virtual	60	Problemas de conexión a internet	87	Problemas de concentración/distracciones
10	Menor retención de información/aprendizaje	35	Problemas de concentración/distracciones	61	Sin quejas/prefiere virtualidad	88	Calidad de enseñanza reducida
						88.b	Falta de comprensión de los profesores ante problemas técnicos
						88.c	Plagio y Deshonestidad Académica
11	Problemas de conexión a internet	38	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas	63	Problemas de conexión a internet	89	Problemas de concentración/distracciones
12	Problemas de conexión a internet	39	Calidad de enseñanza reducida	64	Problemas de concentración/distracciones	90	Problemas de conexión a internet
				64.b	Falta de Práctica para la Materia		
				64.c	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas		
13	Problemas de concentración/distracciones	41	Problemas con evaluaciones virtuales	65	Sin quejas/prefiere virtualidad	91	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas
14	Incomodidad con el uso obligatorio de cámara	42	Problemas de conexión a internet	67	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas	92	Problemas con evaluaciones virtuales
15	Falta de comprensión de los profesores ante problemas técnicos	43	Dificultad para adaptar ciertos cursos al formato virtual	68	Sin quejas/prefiere virtualidad	93	Calidad de enseñanza reducida
16	Menor retención de información/aprendizaje	44	Incomodidad con el uso obligatorio de cámara	69	Problemas de conexión a internet	94	Problemas de concentración/distracciones
17	Problemas de conexión a internet	45	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas	70	Falta de comprensión de los profesores ante problemas técnicos	95	Problemas de conexión a internet
19	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas	46	Problemas de conexión a internet	71	Dificultad para adaptar ciertos cursos al formato virtual	96	Problemas de conexión a internet
20	Problemas de concentración/distracciones	47	Monotonía/falta de dinamismo en las clases	72	Sin quejas/prefiere virtualidad	97	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas
21	Dificultad para adaptar ciertos cursos al formato virtual	48	Problemas de concentración/distracciones	73	Falta de compromiso de los estudiantes	98	Falta de interacción/comunicación efectiva
21.b	Plagio y Deshonestidad Académica						
22	Sin quejas/prefiere virtualidad	49	Monotonía/falta de dinamismo en las clases	74	Calidad de enseñanza reducida	99	Falta de preparación de los profesores para entorno virtual
23	Problemas de concentración/distracciones	50	Problemas de concentración/distracciones	75	Falta de preparación de los profesores para entorno virtual	100	Incomodidad con el uso obligatorio de cámara
24	Falta de compromiso de los estudiantes	51	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas	78	Dificultad para adaptar ciertos cursos al formato virtual	101	Menor retención de información/aprendizaje
26	Problemas de organización del curso	52	Monotonía/falta de dinamismo en las clases	79	Dificultades con plataformas/herramientas tecnológicas	102	Falta de compromiso de los estudiantes
27	Problemas de concentración/distracciones	53	Problemas con el audio	80	Sin quejas/prefiere virtualidad	103	Falta de preparación de los profesores para entorno virtual

Apéndice V. Encuesta mixta

1. Número de Carnet (número con formato YYYYXXXXXX)
2. Año de Ingreso al TEC (año en formato YYYY)
3. Año de Ingreso a ATI (año en formato YYYY)
4. Semestre actual de la carrera (número del 1 al 10)
5. ¿Cuenta con una conexión de internet que considera veloz y estable, suficiente para suplir los requerimientos de las clases virtuales? (Sí o no)
6. ¿Cuenta con un dispositivo con cámara desde el cual puede tomar las clases virtuales? (Sí o no)
7. Si conoce la marca y modelo de su computadora, por favor ingréselos a continuación (Respuesta abierta)
8. Si conoce la marca y modelo de su dispositivo móvil, por favor ingréselos a continuación (Respuesta abierta)
9. ¿Qué tan satisfecho(a) está con las herramientas y plataformas digitales que utiliza actualmente para sus clases virtuales? (1 (Muy Insatisfecho) a 10 (Muy Satisfecho))
10. ¿Qué tan consistente es el uso de herramientas y plataformas entre sus diferentes clases? (1 (Muy Inconsistente) a 10 (Muy Consistente))
11. ¿Qué tan conveniente le resulta navegar y manejar múltiples herramientas y plataformas para diferentes aspectos de sus clases (e.g., videoconferencias, entrega de tareas, recursos de lectura)? Considere todas las herramientas de las distintas clases que toma. (1 (Muy Inconveniente) a 10 (Muy Conveniente))
12. ¿Qué tan confiables le parecen las herramientas y plataformas que utiliza para participar de las clases virtuales en términos de estabilidad, fiabilidad, disponibilidad y funcionamiento? (1 (Muy Poco Confiables) a 10 (Muy Confiables))
13. ¿Qué tan eficiente encuentra el proceso de entrega de tareas y proyectos a través de las plataformas virtuales actuales? (1 (Muy Ineficiente) a 10 (Muy Eficiente))
14. ¿Considera que las herramientas que utiliza facilitan la comunicación y la interacción con sus profesores y compañeros de clase? (1 (Totalmente en Desacuerdo) a 10 (Totalmente de Acuerdo))
15. ¿Qué tan fácil le resulta encontrar y acceder a los materiales didácticos proporcionados por los profesores a través de las plataformas digitales? (1 (Muy Difícil) a 10 (Muy Fácil))
16. ¿Considera que las evaluaciones y exámenes realizados utilizando las herramientas virtuales actuales representan con confianza y honestidad el verdadero aprendizaje de los estudiantes? (1 (Muy en Desacuerdo) a 10 (Muy de Acuerdo))
17. ¿Qué tan adecuado considera el apoyo y soporte de los profesores y la universidad cuando usted se enfrenta a problemas técnicos o de conexión con las herramientas y plataformas de educación virtual? (1 (Muy Inadecuado) a 10 (Muy Adecuado))
18. ¿Considera que su rendimiento académico aumenta cuando la modalidad de la clase es virtual? (1 (Muy En Desacuerdo) a 10 (Muy De Acuerdo))
19. ¿Considera que el aprendizaje real y la retención de contenidos aumenta cuando la modalidad de la clase es virtual? (1 (Muy En Desacuerdo) a 10 (Muy De Acuerdo))

20. ¿Qué tan beneficioso cree que sería para su experiencia de aprendizaje virtual tener una única plataforma (o un conjunto estandarizado de herramientas) para todas las actividades de todas sus clases virtuales? (1 (Muy En Desacuerdo) a 10 (Muy De Acuerdo))
21. ¿Qué tan efectivas considera las herramientas virtuales para promover aprendizaje duradero en comparación con los recursos y herramientas utilizados en clases presenciales (e.g., libros, impresiones, grupos presenciales, exposiciones presenciales, entre otros)? (1 (Nada beneficioso) a 10 (Muy Beneficioso))
22. ¿Qué tan a menudo utiliza métodos alternativos (correo electrónico, WhatsApp, Telegram, WeTransfer, entre otros) a los establecidos por el profesor para la entrega de evaluaciones por motivo de fallas técnicas de las herramientas? (1 (Mucho Menos Efectivas) a 10 (Mucho Más Efectivas))
23. ¿Cuántas herramientas de enseñanza remota recuerda haber utilizado en sus clases virtuales (e.g., Zoom, Teams, Meet, OneDrive, Google Drive, Socrative, Perusall, Jamboard, TEC Digital, Quizitor, entre otros)? (1 (Muy Rara Vez) a 10 (Muy A Menudo))
24. ¿Prefiere que las clases virtuales sean impartidas sincrónicamente (videoconferencias), asincrónicamente (videos y lecturas), o una combinación de ambas? (Sincrónicamente, Asincrónicamente, Combinación (mayormente sincrónico), Combinación (mayormente asincrónico))
25. Quisiéramos conocer qué problemas, dificultades, disgustos o disconformidades tiene o experimenta en la aplicación de las clases virtuales. Apreciamos la honestidad e introspección en su respuesta. (Respuesta abierta)

Apéndice W. Entrevista en profundidad

Preguntas Iniciales:

- ¿Cuánto tiempo lleva enseñando en el TEC?
- ¿Cuánto tiempo ha estado impartiendo clases en ATI?
- ¿Cuántos años tiene de dar clases virtuales?

Bloque 1: Experiencias Específicas

- Preguntas generadoras:
 - Al pensar en el primer semestre que impartió clases virtuales, ¿qué fue lo más difícil de adaptarse a este nuevo formato?
 - ¿Qué cambios hizo en su metodología de enseñanza al pasar de lo presencial a lo virtual?
 - ¿Qué mejoras ha implementado en sus clases virtuales desde que comenzó hace cuatro años?
- Preguntas Auxiliares:
 - ¿Hay algún problema que se haya resuelto con el tiempo? ¿Cómo lo logró?
 - ¿Qué desafíos han persistido a lo largo de los años, a pesar de sus esfuerzos por solucionarlos?

Bloque 2: Recursos y Materiales

- Preguntas generadoras:
 - ¿Qué tipo de recursos digitales ha creado (videos, presentaciones, etc.) que considera especialmente efectivos?
 - ¿Cómo ha cambiado su proceso de creación y distribución de materiales didácticos en estos cuatro años?
- Preguntas auxiliares:
 - ¿Ha adoptado alguna tecnología nueva recientemente que haya mejorado la calidad de sus recursos?

Bloque 3: Evaluación y Retroalimentación

- Preguntas generadoras:
 - ¿Qué métodos de evaluación virtual han resultado ser los más eficaces para usted? ¿Cuáles encuentra menos eficaces?
 - ¿Qué piensa del *proctoring*?
- Preguntas auxiliares:
 - ¿Qué herramientas ha utilizado para proporcionar retroalimentación a los estudiantes?

Bloque 4: Soporte y Capacitación

- Preguntas generadoras:

- ¿Ha habido algún tipo de soporte o capacitación por parte del TEC en cuanto a la impartición de clases virtuales?
- Preguntas auxiliares:
 - ¿Ha participado en algún programa de formación o taller que le haya proporcionado habilidades útiles para la enseñanza virtual?

Bloque 5: Funcionalidades y Herramientas Deseadas

- Preguntas generadoras:
 - Imagine que puede diseñar una herramienta perfecta para la enseñanza virtual. ¿Qué características específicas incluiría?
 - ¿Qué funcionalidades actuales de las herramientas que usa considera imprescindibles?
 - ¿Hay alguna funcionalidad o herramienta, que se le ocurra, a la que le gustaría tener acceso para mejorar su experiencia de enseñanza virtual?
- Preguntas auxiliares:
 - ¿Ha oído hablar de alguna tecnología emergente que le gustaría probar en sus clases?

Bloque 6: Aspectos Adicionales

- Pregunta generadora:
 - ¿Hay algún otro aspecto de su experiencia con la enseñanza virtual que no hayamos cubierto y que le gustaría compartir?

Apéndice X. Fichas de Registro de las Herramientas

Nombre	Google Classroom		
Tipo de Herramienta	Plataformas de Gestión del Aprendizaje (LMS)	Modelo de Licenciamiento	Suscripción (con G Suite for Education)
Proveedor	Google LLC	Precio o Mensualidad	\$6 - \$18 (por usuario) con opción de cuota personalizada
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Navegador web (Chrome, Safari, Edge, Firefox), aplicaciones móviles en iOS y Android.		
Integraciones Disponibles	Google Workspace, Google Meet, Drive, Kahoot, entre otras.		
Capacidad de Almacenamiento	Basado en Google Drive (límite de almacenamiento depende del plan de Google Workspace).		
Seguridad y Privacidad	Cumple con normas de privacidad COPPA, FERPA, GDPR.		
Escalabilidad	Escalable para miles de estudiantes por clase.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. Cumplimiento de la FERPA Google Cloud Fuente 2. COPPA - Cumplimiento Google Cloud Fuente 3. Compara las opciones de planes de precios flexibles Google Workspace Fuente 4. Get the Classroom app - Classroom Help Fuente 5. Apps that work with Classroom - Google for Education			

Nombre	Canvas		
Tipo de Herramienta	Plataformas de Gestión del Aprendizaje (LMS)	Modelo de Licenciamiento	Software libre con opción SaaS
Proveedor	Instructure	Precio o Mensualidad	Precio personalizado por estudiante para la opción SaaS
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Funciona en navegadores modernos (Chrome, Firefox, Edge), aplicaciones móviles disponibles.		
Integraciones Disponibles	Microsoft Teams, Google Wokrspace, G Suite, Zoom, herramientas LTI, entre otros.		
Capacidad de Almacenamiento	Depende del plan contratado o recursos del servidor disponibles.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con GDPR, encriptación de datos y opciones de autenticación multifactor.		
Escalabilidad	Altamente escalable, soporta miles de usuarios y grandes instituciones. Depende de los recursos del servidor disponibles.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. Canvas Badges/Credentials and GDPR - Instructure Community - 528647			
Fuente 2. What are the browser and computer requirements for... - Instructure Community - 66			
Fuente 3. Integrations With Other Tools HE Instructure			
Fuente 4. System requirements Customer's Canvas Dev			

Nombre	Zoom		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Videoconferencia	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con funciones limitadas, versiones pagadas)
Proveedor	Zoom Video Communications, Inc.	Precio o Mensualidad	Actualmente cubierto por el TEC
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Windows 7 o superior, macOS X con 10.10 o superior, iOS y Android. Procesador de dos núcleos y 4GB de memoria.		
Integraciones Disponibles	Microsoft Teams, Google Calendar, Slack, Moodle, y más oficiales.		
Capacidad de Almacenamiento	Almacenamiento en la nube en versiones pagadas.		
Seguridad y Privacidad	Encriptación de extremo a extremo (E2EE), autenticación de dos factores.		
Escalabilidad	Altamente escalable, admite reuniones con hasta 1,000 participantes en planes avanzados.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. Security Zoom Fuente 2. Getting started with integrations Fuente 3. Zoom system requirements: Windows, macOS, Linux Fuente 4. Cloud recording storage capacity			

Nombre	Microsoft Teams		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Videoconferencia	Modelo de Licenciamiento	Freemium (gratuito con opciones pagadas dentro de Microsoft 365)
Proveedor	Microsoft Corporation	Precio o Mensualidad	Actualmente cubierto por el TEC
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Windows 10 o superior, macOS, iOS, Android, web (navegadores modernos).		
Integraciones Disponibles	Integración completa con Microsoft 365 (OneDrive, Word, Excel, PowerPoint), Zoom, Moodle, entre otras.		
Capacidad de Almacenamiento	Depende del plan (OneDrive para almacenamiento).		
Seguridad y Privacidad	Cumple con GDPR, ISO 27001, encriptación de datos, autenticación multifactor, entre otros.		
Escalabilidad	Escalable, admite reuniones de hasta 10,000 personas en planes avanzados.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. Hardware requirements for Microsoft Teams - Microsoft Teams Microsoft Learn			
Fuente 2. Security guide for Microsoft Teams overview - Microsoft Teams Microsoft Learn			
Fuente 3. Business Apps – Microsoft AppSource			
Fuente 4. Privacy and protection of your data in Microsoft Teams			
Fuente 5. File storage in Microsoft Teams - Microsoft Support			

Nombre	Kahoot!		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Interactividad y Gamificación	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con versiones pagadas)
Proveedor	Kahoot! AS	Precio o Mensualidad	\$3.99 - \$11.99 por usuario por mes
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Navegador web, aplicaciones móviles en iOS y Android.		
Integraciones Disponibles	Microsoft Teams, Google Classroom, Zoom, entre otros.		
Capacidad de Almacenamiento	Limitado en plan gratuito, almacenamiento adicional en versiones pagadas.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con GDPR, encriptación de datos.		
Escalabilidad	Escalable para miles de participantes por sesión (en versiones pagadas). La versión gratuita permite la conexión simultánea de 10 estudiantes.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. Kahoot! At Work!: How many players can play a kahoot? – Kahoot! Help & Resource Center			
Fuente 2. Choose plan - Register - Kahoot!+ Study			
Fuente 3. Kahoot! for schools: Plans and pricing			
Fuente 4. What browsers and systems are supported? – Kahoot! Help & Resource Center			
Fuente 5. Kahoot! GDPR Compliance Statement			
Fuente 6. Security Measures Kahoot! Trust Center			
Fuente 7. Kahoot integration 360 with leading workplace tools			
Fuente 8. Integrations – Kahoot! Help & Resource Center			

Nombre	Mentimeter		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Interactividad y Gamificación	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con versiones pagadas)
Proveedor	Mentimeter AB	Precio o Mensualidad	\$11.99 - \$24.99 por presentador por mes. Ofrece la opción de una cuota personalizada.
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Navegador web, aplicaciones móviles en iOS y Android.		
Integraciones Disponibles	Microsoft Teams, Google Slides, PowerPoint.		
Capacidad de Almacenamiento	Depende del plan (limitado en la versión gratuita).		
Seguridad y Privacidad	Cumple con GDPR, encriptación de datos.		
Escalabilidad	Escalable hasta 2,000 participantes en las versiones más avanzadas. La versión gratuita permite la presentación a 50 participantes por mes, independientemente de la cantidad de presentaciones que se requieran para alcanzar ese número.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. Pricing - Free, Pro & Enterprise Plans - Mentimeter Fuente 2. Requirements for running Mentimeter Mentimeter Help Center Fuente 3. Network requirements and browser support - Mentimeter Fuente 4. Integrations & Apps - Mentimeter Fuente 5. Interactive presentation software - Mentimeter Fuente 6. Interactive presentation software - Mentimeter			

Nombre	ClassKick		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Interactividad y Gamificación	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con versiones pagadas)
Proveedor	Classkick, Inc.	Precio o Mensualidad	\$33.25 para la version pagada. Opción de cuota personalizada.
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Navegador web (se recomienda Chrome versión 51 o más reciente), aplicación para iPadOS.		
Integraciones Disponibles	Google Classroom, Clever, Microsoft Teams, integración mediante incrustaciones.		
Capacidad de Almacenamiento	20 asignaciones por profesor en la versión gratis. Cantidad ilimitada de asignaciones en versiones pagadas.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con COPPA, FERPA, cifrado de datos y acceso controlado.		
Escalabilidad	Altamente escalable para una cantidad ilimitada de estudiantes		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. Classkick Pricing: Choose the Right Plan for Your Classroom			
Fuente 2. Troubleshooting & Support Classkick			
Fuente 3. COPPA Privacy Classkick			
Fuente 4. Privacy Policy Classkick			
Fuente 5. Integrations – Classkick Support			

Nombre	Blooket		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Interactividad y Gamificación	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con opciones pagadas)
Proveedor	Blooket LLC	Precio o Mensualidad	\$4.99 - \$9.99 por profesor por mes
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Funciona con navegadores modernos como Chrome, Firefox, Safari y Edge (versiones recientes). Totalmente compatible con navegadores móviles, tanto en iOS como en Android.		
Integraciones Disponibles	No ofrece integraciones directas con LMS, pero permite compartir los resultados y juegos a través de enlaces. Puede utilizar <i>embedding</i> para ser mostrado en LMS como Schoology y otros que interpretan HTML.		
Capacidad de Almacenamiento	Almacenamiento limitado en la versión gratuita; almacenamiento expandido en versiones pagadas, donde se pueden guardar juegos, resultados y estadísticas de estudiantes.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con COPPA y FERPA, especialmente enfocado en la seguridad de los estudiantes más jóvenes.		
Escalabilidad	Máximo de 60 participantes en la versión gratuita. Hasta 300 participantes en las versiones pagadas.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://www.blooket.com/privacy			
Fuente 2. https://dashboard.blooket.com/upgrade			
Fuente 3. https://help.blooket.com/hc/en-us/articles/16182029397655-Blooket-Plus-Features			
Fuente 4. https://www.blooket.com/terms			

Nombre	Nearpod		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Interactividad y Gamificación	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con opciones pagadas)
Proveedor	Nearpod Inc.	Precio o Mensualidad	\$159 - \$397 por año por profesor, con opción para cuota personalizada para la institución
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Chrome (versión 77 o superior), Firefox (versión 72 o superior), Safari (12.1 o superior), Edge (versión 80 o superior), iOS 11.0 o superior, Android 5.0 o superior.		
Integraciones Disponibles	Google Classroom, Microsoft Teams, Schoology, Canvas, Blackboard		
Capacidad de Almacenamiento	Limitado a 100 MB en la versión gratuita, almacenamiento ampliado en versiones pagadas.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con GDPR, COPPA y FERPA; encriptación de datos.		
Escalabilidad	Escalable para miles de estudiantes simultáneamente (en versiones pagadas).		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://nearpod.com/pricing Fuente 2. https://nearpod.com/blog/preguntas-frecuentes-sobre-nearpod-y-el-aprendizaje-virtual/ Fuente 3. https://nearpod.com/privacy-notice Fuente 4. https://grezan.cl/nearpod-crea-integra-y-evalua-experiencias-de-aprendizaje/ Fuente 5. https://canvasbusinessmodel.com/es/blogs/how-it-works/nearpod-how-it-works Fuente 6. https://nearpod.com/blog/preguntas-frecuentes-sobre-nearpod-y-el-aprendizaje-virtual/			

Nombre	ProctorU/Meazure		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Proctoring y Evaluación	Modelo de Licenciamiento	Licencia comercial (pago por examen supervisado)
Proveedor	Meazure Learning, Inc.	Precio o Mensualidad	\$17.5 - \$42.50 hasta \$26.25 - \$51.25, dependiendo de la duración del examen y si se agendó previamente.
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Windows 10 o superior, macOS 10.12 o superior, Chrome (versión 80 o superior), Firefox (versión 75 o superior). No hay compatibilidad con dispositivos móviles.		
Integraciones Disponibles	Integración con LMS como Canvas, Blackboard, Moodle. Plugin LTI y API.		
Capacidad de Almacenamiento	Almacenamiento para grabaciones de exámenes en la nube, dependiendo del plan.		
Seguridad y Privacidad	Encriptación de datos, cumplimiento con FERPA y GDPR; autenticación segura del estudiante.		
Escalabilidad	Escalable, admite supervisión de cientos de exámenes simultáneamente.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://support.proctoru.com/hc/en-us/articles/24692181239309-Equipment-Requirements			
Fuente 2. https://www.meazurelearning.com/exam-technology/meazure-exam-platform/online-proctoring-faq			
Fuente 3. https://www.meazurelearning.com/exam-technology/proctoru-online-proctoring			
Fuente 4. https://www.meazurelearning.com/privacy-policy			
Fuente 5. https://www.meazurelearning.com/compliance			
Fuente 6. https://www.meazurelearning.com/exam-technology/proctoru-online-proctoring			
Fuente 7. https://itle.okstate.edu/exam-creation.pdf			
Fuente 8. https://www.meazurelearning.com/exam-technology/pricing			

Nombre	ExamSoft		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Proctoring y Evaluación	Modelo de Licenciamiento	Licencia comercial (por estudiante o por examen)
Proveedor	ExamSoft Worldwide LLC	Precio o Mensualidad	Dato no disponible
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Windows 10 y 11 (64 bits), macOS 10.13 o superior. No disponible en navegadores ni en dispositivos móviles.		
Integraciones Disponibles	Integración con LMS como Canvas, Blackboard, Moodle. Plugin LTI y API		
Capacidad de Almacenamiento	Almacenamiento para exámenes y respuestas en la nube, dependiendo del plan.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con FERPA, encriptación de datos, bloqueo de navegación y prevención de trampas.		
Escalabilidad	Altamente escalable para instituciones grandes, con capacidad para miles de exámenes simultáneos.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://support.examsoft.com/hc/en-us/articles/360020199891-System-Requirements Fuente 2. https://support.examsoft.com/hc/en-us/sections/11418761368077-LMS-Integrations Fuente 3. https://www.turnitin.com/press/turnitins-commitment-to-student-data-privacy Fuente 4. https://www.ulm.edu/pharmacy/documents/weekly_digest/examsoft_best_practices.pdf Fuente 5. https://commonwealthlaw.widener.edu/files/resources/examsoft-memo-for-first-year-7192017.pdf Fuente 6. https://support.examsoft.com/hc/en-us/sections/11417549425549-LMS-Integrations			

Nombre	Proctorio		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Proctoring y Evaluación	Modelo de Licenciamiento	Licencia comercial (pago por servicio, integrado con LMS)
Proveedor	Proctorio, Inc.	Precio o Mensualidad	\$10 por usuario por año entre 1 y 2,999 usuarios \$9 entre 3,000 y 9,999 usuarios \$8 por más de 10,000 usuarios
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Windows 7 o superior, macOS 10.11 o superior, Linux (Ubuntu 18.04+), ChromeOS. Chrome (versión 58 o superior), Edge, Opera, Brave. Webcam y micrófono (internos o externos), 2GB de RAM libre, y 250MB de espacio en disco.		
Integraciones Disponibles	Compatible con LMS como Canvas, Blackboard, Moodle, D2L Brightspace.		
Capacidad de Almacenamiento	Depende del servicio contratado para grabaciones en la nube.		
Seguridad y Privacidad	Encriptación de extremo a extremo, cumplimiento con GDPR y FERPA, políticas de privacidad estrictas.		
Escalabilidad	Escalable para grandes instituciones, permite gestionar miles de exámenes simultáneos		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://proctorio.com/privacy/compliance Fuente 2. Securing the integrity of online assessments Proctorio Fuente 3. https://proctorio.com/about/integration Fuente 4. https://proctorio.com/privacy#all&all&all Fuente 5. https://helpdesk.lsua.edu/support/solutions/articles/48001166676-proctorio-a-guide-and-best-practices-for-students Fuente 6. https://proctorio.com/support/requirements			

Nombre	Safe Exam Browser		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Proctoring y Evaluación	Modelo de Licenciamiento	Software libre de código abierto
Proveedor	Safe Exam Browser Consortium	Precio o Mensualidad	Gratuito
Funcionalidades Clave			
Requisitos del Sistema	Windows 10 (y versiones superiores) y macOS 10.14 o superior. Requiere un servidor con sistema operativo Windows Server o Linux (Ubuntu recomendado) y un servidor web (Apache o Nginx) para servir las configuraciones.		
Integraciones Disponibles	Compatible con plataformas de exámenes como Moodle, Blackboard, y otros sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) como OpenACS. Integración de autenticación LDAP/Active Directory para gestionar usuarios en el servidor SEB.		
Capacidad de Almacenamiento	El almacenamiento depende del servidor SEB on-premise utilizado.		
Seguridad y Privacidad	Los datos de los exámenes están cifrados, y se utiliza HTTPS para la comunicación con el servidor SEB. El cumplimiento de normas como GDPR depende de la configuración del sistema on-premise.		
Escalabilidad	El sistema es escalable, permitiendo la implementación en múltiples máquinas y servidores. Se puede ampliar fácilmente para acomodar una mayor cantidad de exámenes simultáneos con un servidor adecuado y configuraciones distribuidas.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://safeexambrowser.org/about_overview_en.html#privacy-statement Fuente 2. https://safeexambrowser.org/download_en.html Fuente 3. https://help.cirrusassessment.com/api/docs/safe-exam-browser-tech Fuente 4. https://safeexambrowser.org/developer/seb-integration.html Fuente 5. https://github.com/SafeExamBrowser/seb-server Fuente 6. https://safeexambrowser.org/about_overview_en.html#license			

Nombre	Google Workspace (Docs, Sheets, Slides, Drive)		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo	Modelo de Licenciamiento	Freemium (incluido G Suite para educación)
Proveedor	Google LLC	Precio o Mensualidad	\$6 - \$18 (por usuario) con opción de cuota personalizada
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Chrome (versión 80 o superior), Firefox (versión 78 o superior), Safari (12.1 o superior), Edge (versión 83 o superior), iOS 12.0 o superior, Android 5.0 o superior.		
Integraciones Disponibles	Integración nativa con Google Meet, Google Classroom, Slack, Zoom, y herramientas de terceros mediante API.		
Capacidad de Almacenamiento	Hasta 15 GB en la versión gratuita (compartidos entre Drive, Gmail, Fotos); expandible en planes pagos.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con GDPR, encriptación de datos en tránsito y en reposo, autenticación multifactor.		
Escalabilidad	Escalable para grandes empresas e instituciones educativas.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://workspace.google.com/pricing.html?hl=es			
Fuente 2. https://support.google.com/a/answer/172541?hl=es			
Fuente 3. https://support.google.com/a/answer/9750297?hl=en			
Fuente 4. https://workspace.google.com/marketplace			
Fuente 5. https://workspace.google.com/learn-more/security/security-whitepaper/page-10.html			
Fuente 6. https://cloud.google.com/compliance			

Nombre	Microsoft 365 (Word, Excel, PowerPoint, OneDrive)		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo	Modelo de Licenciamiento	Suscripción comercial (planes personales, empresariales y educativos)
Proveedor	Microsoft Corporation	Precio o Mensualidad	Actualmente cubierto por el TEC
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Windows 10 y 11, macOS 10.14 o superior, Chrome (versión 80 o superior), Firefox (versión 78 o superior), Safari (13.1 o superior), Edge (basado en Chromium), iOS 12.0 o superior, Android 6.0 o superior.		
Integraciones Disponibles	Integración entre las herramientas de Microsoft 365 y plataformas de terceros mediante el mercado de aplicaciones de Microsoft.		
Capacidad de Almacenamiento	5GB en la versión gratuita (OneDrive), expandible hasta 1TB en planes pagos.		
Seguridad y Privacidad	Encriptación de extremo a extremo, autenticación multifactor, cumplimiento con GDPR, FERPA y CCPA.		
Escalabilidad	Altamente escalable para uso empresarial e institucional.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://learn.microsoft.com/en-us/compliance/regulatory/offering-ferpa			
Fuente 2. https://help.illinoisstate.edu/technology/support-topics/communication-and-collaboration-tools/microsoft-365/microsoft-365-system-requirements			
Fuente 3. https://appsource.microsoft.com/en-us/marketplace/apps?product=office			
Fuente 4. https://www.microsoft.com/en-us/trust-center/privacy/gdpr-overview			
Fuente 5. https://learn.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/dev-itpro/service-scalability			
Fuente 6. https://learn.microsoft.com/en-us/compliance/regulatory/offering-ccpa			

Nombre	Miro		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con versiones pagadas y opción de cuota personalizada)
Proveedor	Miro, Inc.	Precio o Mensualidad	\$8 - \$16 por mes
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Chrome (versión 70 o superior), Firefox (versión 65 o superior), Safari (12.1 o superior), Edge (versión 80 o superior), iOS 11.0 o superior, Android 5.0 o superior.		
Integraciones Disponibles	Microsoft Teams, Slack, Zoom, Google Drive, Asana, Jira, Figma, GitHub, Trello, entre otros		
Capacidad de Almacenamiento	Depende del plan; el plan gratuito ofrece almacenamiento limitado.		
Seguridad y Privacidad	Encriptación de datos, autenticación de usuario, SSO (Inicio de sesión único), SCIM		
Escalabilidad	Altamente escalable para grandes equipos y empresas, con opciones de múltiples equipos dentro de una misma suscripción		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://miro.com/legal/privacy-policy/ Fuente 2. https://help.miro.com/hc/en-us/articles/360012346599-Miro-security-and-compliance Fuente 3. https://help.miro.com/hc/es/articles/4408910669714-Descripci%C3%B3n-de-las-aplicaciones-y-las-integraciones-de-Miro Fuente 4. https://miro.com/pricing/ Fuente 5. https://miro.com/es/dev-platform/ Fuente 6. https://miro.com/es/ Fuente 7. https://miro.com/integrations/			

Nombre	Padlet		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con opciones pagadas)
Proveedor	Wallwisher, Inc.	Precio o Mensualidad	\$4.99 - \$9.99 por mes, o \$49.99 - \$99.99 por año, con opcion para institución a partir de los \$700
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Chrome (versión 65 o superior), Firefox (versión 60 o superior), Safari (versión 11 o superior), iOS 12.0 o superior, Android 6.0 o superior.		
Integraciones Disponibles	Google Drive, Microsoft OneDrive, Google Classroom, Slack.		
Capacidad de Almacenamiento	Plan gratuito limitado a 3 padlets con capacidad limitada, expansible en versiones pagadas.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con GDPR, COPPA; encriptación de datos.		
Escalabilidad	Escalable, utilizado tanto en pequeñas aulas como en entornos de trabajo corporativos.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 7. https://padlet.help/l/es/article/2d1v5grroz-integraci-n-con-google-drive Fuente 8. https://padlet.help/l/es/article/4jxu6s5d9e-c-mo-integrar-un-padlet-en-un-lms Fuente 9. https://legal.padlet.com/privacy Fuente 10. https://padlet.com/site/subscriptions Fuente 11. https://padlet.help/l/en/article/pyr0huo2v4-padlet-accessibility-faq-jib Fuente 12. https://legal.padlet.com/security			

Nombre	Mural		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Colaboración y Trabajo en Equipo	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con versiones pagadas y opción de cuota personalizada)
Proveedor	Tactivos, Inc.	Precio o Mensualidad	\$9.99 - \$17.99 por mes
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Chrome (versión 70 o superior), Firefox (versión 65 o superior), Safari (12 o superior), Edge (versión 80 o superior), iOS 11.0 o superior, Android 5.0 o superior (aplicación oficial).		
Integraciones Disponibles	Teams, Adobe, Asana, Dropbox, Figma, Google Drive, Google Docs, Forms, Sheets y Slides, Microsoft Documents, PowerPoint, Excel y Outlook, Microsoft 365, Google Workspace, Trello, Webex, Zoom		
Capacidad de Almacenamiento	3 murales para la opción gratuita, con cantidad ilimitada de murales para las opciones pagadas.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con CCPA, GDPR y otras normativas de seguridad de datos.		
Escalabilidad	Altamente escalable, soporta múltiples usuarios colaborando simultáneamente.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://www.mural.co/ Fuente 2. https://www.mural.co/integrations Fuente 3. https://www.mural.co/trust-and-security Fuente 4. https://www.mural.co/enterprise Fuente 5. https://www.mural.co/pricing Fuente 6. https://support.mural.co/s/article/technical-requirements-to-run-mural			

Nombre	Lucidchart		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Diagramación	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con versiones pagadas y opción de cuota personalizada)
Proveedor	Lucid Software, Inc.	Precio o Mensualidad	\$9 - \$10
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Chrome (versión 60 o superior), Firefox (versión 55 o superior), Edge (versión 79 o superior), Safari (versión 12 o superior).		
Integraciones Disponibles	Google Workspace, Microsoft 365, Slack, Atlassian (Jira, Confluence), Salesforce, GitHub.		
Capacidad de Almacenamiento	Limitado a 100 MB en el plan gratuito, expansible en versiones pagadas.		
Seguridad y Privacidad	Cumple con GDPR, encriptación de datos, SSO y autenticación multifactor en planes avanzados.		
Escalabilidad	Altamente escalable, usado tanto en pequeñas empresas como en grandes corporaciones.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://help.lucid.co/hc/en-us/articles/13592910415380-Guest-Collaborators-in-Lucid			
Fuente 2. https://lucid.co/es/seguridad			
Fuente 3. https://lucid.co/es/blog/guia-de-integraciones-de-lucid			
Fuente 4. https://www.lucidchart.com/pages/es/integraciones			
Fuente 5. https://lucid.co/privacy			
Fuente 6. https://help.lucid.co/hc/en-us/articles/360049892331-System-requirements-for-optimized-Lucid-performance			
Fuente 7. https://lucid.app/pricing/lucidchart			

Nombre	Diagrams.net		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Diagramación	Modelo de Licenciamiento	Software libre de código abierto
Proveedor	JGraph Ltd.	Precio o Mensualidad	Gratuito con opciones pagadas para integrarlo con herramientas de Atlassian
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Chrome (versión 60 o superior), Firefox (versión 55 o superior), Edge (versión 79 o superior), Safari (versión 11 o superior).		
Integraciones Disponibles	Google Drive, Microsoft OneDrive, Dropbox, Jira, Confluence, GitHub. Opción de integración con LMS mediante incrustación.		
Capacidad de Almacenamiento	Depende del servicio de almacenamiento utilizado (Google Drive, OneDrive, entre otros).		
Seguridad y Privacidad	Cumple con la ISO 27000 y 27001, así como GDPR. No utilizan cookies ni rastrean información.		
Escalabilidad	Escalable según la infraestructura de almacenamiento y la integración utilizada.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://github.com/jgraph/drawio Fuente 2. https://www.softwareadvice.com/diagram/draw-io-profile/ Fuente 3. https://www.drawio.com/integrations Fuente 4. https://www.drawio.com/blog/data-protection Fuente 5. https://www.drawio.com/blog/google-analytics Fuente 6. https://app.diagrams.net/legal/privacy.txt Fuente 7. https://drawio-app.com/pricing/			

Nombre	Microsoft Visio		
Tipo de Herramienta	Herramientas de Diagramación	Modelo de Licenciamiento	Parte de Microsoft 365. Licenciamiento pagado.
Proveedor	Microsoft Corporation	Precio o Mensualidad	Cubierto por el TEC. Mensualidad entre \$5-\$15
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Windows 10, Windows 11, y versiones recientes de Windows Server. Navegador moderno y conexión a Internet para la versión en línea.		
Integraciones Disponibles	Microsoft 365, Microsoft Teams, Power BI, SharePoint, AutoCAD, SQL Server, entre otros.		
Capacidad de Almacenamiento	Depende del limite de OneDrive como parte del ecosistema de Microsoft 365.		
Seguridad y Privacidad	Certificaciones de cumplimiento de GDPR, ISO 27001, HIPAA, SOC 1/2. Autenticación multifactor.		
Escalabilidad	Escalabilidad empresarial con capacidad para colaborar en tiempo real con decenas de usuarios.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/p/visio-standard-2024/cfq7ttc0prkj#requirements			
Fuente 2. https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-365/visio/microsoft-visio-plans-and-pricing-compare-visio-options			
Fuente 3. https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-365/visio/visio-plan-2?activetab=pivot:informaci%C3%B3ngeneraltab			
Fuente 4. https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-365/visio/flowchart-software			
Fuente 5. https://www.microsoft.com/en-us/privacy/privacystatement			

Nombre	Replit		
Tipo de Herramienta	Programación y Laboratorios	Modelo de Licenciamiento	Freemium (plan gratuito con versiones pagadas)
Proveedor	Replit, Inc.	Precio o Mensualidad	\$15 por mes, o \$10 por persona por mes en equipos
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Listan compatibilidad con navegadores de escritorio y móviles.		
Integraciones Disponibles	GitHub, Google Drive, Slack, Discord.		
Capacidad de Almacenamiento	Plan gratuito limitado a 500 MB de almacenamiento y 500 MB de RAM por repl, almacenamiento adicional en planes pagados.		
Seguridad y Privacidad	Encriptación en tránsito, cumplimiento con GDPR, CCPA, FERPA y otras políticas.		
Escalabilidad	Escalable para proyectos colaborativos pequeños y medianos; versiones avanzadas permiten mayor capacidad de procesamiento		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://blog.replit.com/desktop-app Fuente 2. https://docs.replit.com/category/quickstarts Fuente 3. https://replit.com/privacy-policy Fuente 4. https://replit.com/pricing Fuente 5. https://blog.replit.com/new-limits-and-plans Fuente 6. https://replit.com/cloud-development-environment Fuente 7. https://docs.replit.com/replit-workspace/workspace-features/multiplayer			

Nombre	VS Code (LiveShare)		
Tipo de Herramienta	Herramientas para Programación Colaborativa	Modelo de Licenciamiento	Software libre
Proveedor	Microsoft Corporation	Precio o Mensualidad	Gratuito
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Compatible con Windows (7 o superior), macOS (10.12 o superior).		
Integraciones Disponibles	Funciona con GitHub para sincronización de código, Microsoft Teams para colaboración integrada, y herramientas de control de versiones como Git.		
Capacidad de Almacenamiento	No tiene un límite predefinido de sesiones ni proyectos; el tamaño depende del almacenamiento del equipo anfitrión y los recursos del cliente.		
Seguridad y Privacidad	Usa cifrado TLS 1.2 para proteger los datos en tránsito; autenticación segura mediante Microsoft/GitHub; las sesiones no almacenan datos en servidores externos (peer-to-peer). Cumple con las políticas de privacidad mencionadas en la suite de herramientas Microsof 365.		
Escalabilidad	Adecuado para equipos pequeños y grandes. Permite decenas de participantes colaborando simultáneamente.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://code.visualstudio.com/docs/setup/setup-overview			
Fuente 2. https://marketplace.visualstudio.com/vscode			
Fuente 3. https://learn.microsoft.com/en-us/visualstudio/liveshare/reference/security			
Fuente 4. https://code.visualstudio.com/docs/supporting/faq#_security-and-privacy			
Fuente 5. https://visualstudio.microsoft.com/services/live-share/			

Nombre	CodeShare		
Tipo de Herramienta	Programación y Laboratorios	Modelo de Licenciamiento	Gratuita
Proveedor	Codeshare.io (Lee Munroe y Tejesh Mehta)	Precio o Mensualidad	Gratuito con opción pagada de \$49
Especificaciones Técnicas			
Requisitos del Sistema	Navegador moderno compatible (Chrome, Firefox, Edge)		
Integraciones Disponibles	No tiene integraciones directas.		
Capacidad de Almacenamiento	Máximo de 20 documentos en la versión gratuita, mientras que la versión pagada permite una cantidad ilimitada de documentos.		
Seguridad y Privacidad	Sesiones protegidas con cifrado TLS, los datos no se almacenan de manera persistente en servidores, y las sesiones son privadas entre los usuarios que tienen el enlace. Cumple con GDPR y CCPA,		
Escalabilidad	Ideal para colaboración ad-hoc o equipos pequeños; no es óptimo para grandes equipos ni proyectos a largo plazo.		
Recursos y Fuentes Consultadas			
Fuente 1. https://codeshare.io/ Fuente 2. https://codeshare.io/plans Fuente 3. https://codeshare.io/privacy Fuente 4. https://codeshare.io/tos			

Apéndice Y. Transcripción de la conversación por chat con Ingenieros del TEC Digital

Héctor:

Hola, hablé con el profesor tutor para revisar las preguntas relacionadas con el TEC Digital. Ya tengo algunas listas, les agradezco mucho su disposición para ayudarme.

1. ¿Existe disponibilidad y cuál sería el procedimiento para que la Escuela de ATI financie su propio desarrollo interno que se integre con el TEC Digital? Tengo entendido que otra escuela ha pasado por ese proceso, ¿es correcto?
2. Cuando una funcionalidad es propuesta y ustedes determinan que es viable, después de la aprobación, ¿cuál es el tiempo promedio desde la recolección de datos, definición de requerimientos, diseño, desarrollo, implementación y despliegue en producción?
3. ¿Los desarrollos internos para el TEC Digital están hechos en TCL? Me pareció ver que .LRN usa este lenguaje. ¿O utilizan otro?
4. La versión 5.10 de OpenACS incluye un paquete llamado "proctoring-support", que ofrece herramientas e interfaces para implementar proctoring en el contexto de exámenes a distancia. ¿Es posible partir de ese paquete para desarrollar una integración entre el TEC Digital y una plataforma de proctoring como Safe Exam Browser? ¿O los paquetes de OpenACS ya no son compatibles con el TEC Digital debido a los cambios que se le han realizado desde su implementación?

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Empecemos poco a poco...

4. Actualmente, tenemos el núcleo en la versión 5.9.1. Para usar paquetes de la versión 5.10, necesitaríamos actualizar el núcleo o revisar la compatibilidad del paquete hacia versiones anteriores, y verificar los requisitos específicos. A veces, un paquete puede ser lanzado para una versión más reciente, pero sus funcionalidades son compatibles con versiones previas. En tal caso, sería cuestión de implementar y probar en un entorno de desarrollo.
5. Utilizamos TCL en el núcleo de los paquetes, pero la interfaz puede desarrollarse con Angular, Node y otras tecnologías. También tenemos algunas implementaciones en LoopBack, y usamos AJAX, JavaScript, Bootstrap, entre otras herramientas. TCL tiene la capacidad de integrar o programar prácticamente cualquier funcionalidad o de integrarse con otros lenguajes, siempre que haya APIs disponibles. Los servidores están en Linux, por lo que podemos ejecutar scripts .sh para llamar a aplicaciones de otros tipos.

Si el código no es "instalable", como un sitio web externo, podríamos integrarlo de manera similar a como se hace con el sistema de control de plagio.

2. Todo depende de la complejidad del proyecto a desarrollar. Cualquier desarrollo externo o nuevo debe ser consultado con el coordinador de la unidad para gestionar los requisitos

con las autoridades correspondientes e internamente. El coordinador siempre está abierto a estas iniciativas.

Héctor:

Gracias. Con respecto a la pregunta 2, sé que cada proyecto es diferente, pero quería saber si tienen alguna métrica, cifras históricas o ejemplos anteriores que me puedan dar para tener una idea aproximada de los tiempos de desarrollo.

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

En la pregunta 3, los dos últimos proyectos se han desarrollado en React, y los próximos también se trabajarán en esa tecnología.

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Tenemos métricas históricas, pero como comenté, todo depende del proyecto.

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

Exactamente, hay proyectos muy grandes y complejos que toman bastante tiempo, y otros que, en dos semanas, están listos para revisión en QA. Todo es muy relativo.

Héctor:

¿Entonces trabajan en múltiples proyectos simultáneamente? ¿O manejan un proyecto de principio a fin y luego inician el siguiente?

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Depende del proyecto y de las especialidades de cada uno del equipo.

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

Sí, depende de la cantidad de recursos asignados y del tipo de proyecto. Si un proyecto cuenta con menos recursos y otro proyecto con más prioridad ingresa, trabajamos en paralelo.

Héctor:

¿Hay alguien encargado de la priorización? Me imagino que no es un sistema FIFO (primero en entrar, primero en salir).

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Correcto, no es FIFO.

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

La prioridad es establecida por el coordinador en coordinación con el equipo.

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Otras veces, recibimos directrices, como "esto debe estar listo para mayo" y comenzamos en enero. Lo que ordene la Vicerrectoría tiene prioridad absoluta.

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

Por ejemplo, si en enero comenzamos el proyecto A, pero en febrero ingresa el proyecto B con mayor prioridad, trabajamos en B primero.

Héctor:

Entiendo. ¿La base de datos del TEC Digital es PostgreSQL?

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

Sí, usamos PostgreSQL 14.

Héctor:

Si se aprobara un desarrollo interno para proctoring support financiado por ATI, ¿existen interfaces o herramientas que se puedan reutilizar para integrarlo con el TEC Digital?

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

Disponemos de una máquina virtual de desarrollo para trabajar localmente, además de una comunidad con un curso de TCL enfocado en el desarrollo de paquetes para el TEC Digital.

Héctor:

Perfecto. Me preguntaba cómo logran mantener una apariencia uniforme en los nuevos desarrollos; ¿tienen plantillas o estilos reutilizables?

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Por lo general, el equipo de diseño nos proporciona la apariencia.

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

Las plantillas las gestiona el equipo de diseño y las adaptan a cada desarrollo. No se realiza nada sin su intervención.

Héctor:

Muchas gracias. Si tengo más preguntas, me comunicaré nuevamente.

Héctor:

Hola, disculpen la molestia nuevamente. Quería preguntarles cada cuánto se actualiza el núcleo del TEC Digital. Me comentaron que están en la versión 5.9.1 de OpenACS. ¿Esto se realiza regularmente o únicamente cuando hay algo relevante que actualizar?

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Las actualizaciones se realizan cuando Docencia lo autoriza. La última vez fue de 2012 a 2021, cuando se habilitó el espacio.

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

No hay tiempos definidos, ni la comunidad tiene un calendario fijo.

Héctor:

Entonces, en este momento, ¿no hay un plan específico ni interés por actualizar el núcleo?

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Sí hay un plan y sí existe el interés, pero el proceso es lento.

Héctor:

Entonces, ¿la limitación es el permiso o el presupuesto?

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Nos toma un par de meses preparar los paquetes, y cuando Docencia autoriza, debemos esperar una ventana.

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

La limitación es el permiso y la disponibilidad de recursos.

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

No es posible realizar una actualización en verano, durante el semestre, en Semana Santa o en junio debido a los cursos bimestrales.

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

El tiempo disponible es mínimo.

Héctor:

Comprendo. Preguntaba porque en mi trabajo quería escribir algo como: "si el paquete proctoring-support es retrocompatible con el núcleo actual del TECDigital, solo es cuestión de integrarlo". Pero si no fuera compatible, habría que actualizar el núcleo, lo cual podría tomar meses o incluso años.

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

La última migración requirió que todo el equipo de desarrollo trabajara varios meses para tenerlo listo en una semana crítica.

Héctor:

¿Y si el paquete fuera compatible o requiriera modificaciones y ajustes simples, cuánto tiempo podría tomar la integración?

Miembro del Equipo del TD – Jacqueline Solís:

Si es compatible, el ajuste lo realizan ustedes, y solo se necesitaría instalarlo en el entorno de desarrollo y pruebas.

Héctor:

En mi trabajo estimé un tiempo de 2-6 semanas, ¿les parece razonable?

Miembro del Equipo del TD – Iván Mata:

Sí, me parece razonable.

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

Apéndice Z. Cobertura de los Requerimientos Sobre los Dolores Críticos

Requerimientos	Dolores Críticos																					
	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DC-5	DC-6	DC-7	DC-8	DC-9	DC-10	DC-11	DC-12	DC-13	DC-14	DC-15	DC-16	DC-17	DC-18	DC-19	DC-20	DC-21	DC-22
RF-02																	X					
RF-03																	X					
RF-04																	X					
RF-05																	X					
RF-06										X							X					
RF-07										X							X					
RF-08																	X					
RF-09																	X					
RF-10																	X					
RF-11																	X					
RF-12																	X					
RF-13																	X					
RF-14																	X					
RF-15																	X					
RF-16																	X					
RF-17																	X					
RF-18																	X					
RF-19																	X					
RF-20																	X					
RF-21																	X					
RF-22																	X					
RF-23																	X					
RF-24																	X					
RF-25																	X					
RF-26																	X					
RF-27																	X					
RF-28																	X					
RF-29																	X					
RF-30																	X					
RF-31																	X					
RF-32																	X					
RF-33																	X					
RF-34																	X					
RF-35																	X					
RF-36																	X					
RF-37																	X					
RF-38																	X					
RF-39																	X					
RF-40																	X					
RF-41																	X					
RF-42																	X					
RF-43																	X					
RF-44																	X					
RF-45																	X					
RF-46																	X					
RF-47																	X					
RF-48																	X					
RF-49																	X					
RF-50																	X					
RF-51																	X					
RF-52																	X					
RF-53																	X					
RF-54																	X					
RF-55																	X					
RF-56																	X					
RF-57																	X					
RF-58																	X					
RF-59																	X					
RF-60																	X					
RF-61																	X					
RF-62																	X					

Requerimientos	Dolores Críticos														
	DP-1	DP-2	DP-3	DP-4	DP-5	DP-6	DP-7	DP-8	DP-9	DP-10	DP-11	DP-12	DP-13	DP-14	DP-15
RF-02			X												
RF-03			X												
RF-04			X												
RF-05			X												
RF-06			X												
RF-07			X												
RF-08			X												
RF-09			X												
RF-10			X												
RF-11															
RF-12															
RF-13															
RF-14															
RF-15															
RF-16															
RF-17															
RF-18															
RF-19															
RF-20															
RF-21															
RF-22															
RF-23															
RF-24															
RF-25															
RF-26															
RF-27															
RF-28															
RF-29															
RF-30															
RF-31															
RF-32															
RF-33															
RF-34															
RF-35															
RF-36															
RF-37															
RF-38															
RF-39															
RF-40															
RF-41															
RF-42															
RF-43															
RF-44															
RF-45															
RF-46															
RF-47															
RF-48															
RF-49															
RF-50															
RF-51															
RF-52															
RF-53															
RF-54															
RF-55															
RF-56															
RF-57															
RF-58															
RF-59															
RF-60															
RF-61															
RF-62															
RF-63															
RF-64															
RF-65															

Apéndice AA. Cobertura de los Requerimientos Sobre las Mejoras Deseadas

Requerimientos	Mejoras																													
	ME-1	ME-2	ME-3	ME-4	ME-5	ME-6	ME-7	ME-8	ME-9	ME-10	ME-11	ME-12	ME-13	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	MP-6	MP-7	MP-8	MP-9	MP-10	MP-11	MP-12	MP-13	MP-14	MP-15	MP-16	MP-17
RF-02																														X
RF-03																														X
RF-08			X																											
RF-09			X																											
RF-10			X																											
RF-11								X																						
RF-12								X																						
RF-13								X																						
RF-14								X																						
RF-15			X																											
RF-16																														
RF-17																						X								
RF-18																					X									
RF-19													X																	
RF-20													X																	
RF-21													X																X	
RF-22													X																	
RF-23																										X				
RF-24																										X				
RF-29		X									X													X						
RF-30		X									X													X						
RF-31		X									X													X						
RF-32		X									X																			
RF-33		X									X																			
RF-34		X									X							X												
RF-35																														
RF-36									X																					
RF-39						X											X													
RF-40						X											X													
RF-41																	X													
RF-42								X									X													
RF-48					X			X													X									
RF-49								X													X									
RF-50								X													X									
RF-51								X													X									
RF-52								X													X								X	
RF-53														X																
RF-54														X						X										
RF-55					X									X																
RF-56					X									X																
RF-57					X									X																
RF-58														X																
RF-59														X																
RF-60		X																												
RF-61		X				X											X													
RF-62		X				X											X													
RF-63						X											X													
RF-64							X								X															
RF-65															X															
RNF-04															X										X					

Apéndice AB. Cobertura de los Requerimientos Sobre las Funcionalidades

Requerimientos	Funcionalidades																											
	FP-1	FP-2	FP-3	FP-4	FP-5	FP-6	FP-7	FP-8	FP-9	FP-10	FP-11	FP-12	FP-13	FP-14	FP-15	FP-16	FP-17	FP-18	FP-19	FP-20	FP-21	FP-22	FP-23	FP-24	FP-25	FP-26	FP-27	FP-28
RF-01		X																								X		X
RF-02		X																										X
RF-03		X																										X
RF-04		X			X																							X
RF-05		X			X																							X
RF-06		X														X												
RF-07			X													X												
RF-08							X									X												
RF-09							X									X												
RF-10							X																					
RF-11	X																				X							
RF-12	X																				X							
RF-13	X																				X							
RF-14	X																				X							
RF-15							X																					
RF-16												X																
RF-17												X																
RF-18												X																
RF-19											X																	
RF-20						X													X									
RF-21						X												X										
RF-22						X																						
RF-23	X																											
RF-24	X																								X			
RF-25							X																				X	
RF-26																												
RF-27			X																	X		X						
RF-28			X																									
RF-29				X																								
RF-30				X																								
RF-31				X																								
RF-32													X															
RF-33													X															
RF-34													X															
RF-35																												
RF-36																							X					
RF-39								X									X						X					
RF-40																	X											
RF-41																			X									
RF-42										X																		
RF-43										X																		
RF-44										X																		
RF-45										X																		
RF-48										X																		
RF-49										X																		
RF-50										X																		
RF-51										X																		
RF-52										X																		
RF-53															X													
RF-54															X													
RF-55															X													
RF-56															X													
RF-57															X													
RF-58															X													
RF-59															X													
RF-60											X																	
RF-61							X																					
RF-62							X																					
RF-63							X																					

Apéndice AC. Entrevista Semi-Estructurada Aplicada al DOP

Temas de conversación

1. Misión y principales funciones del DOP
2. Cómo apoya el DOP a los estudiantes
3. Principales desafíos de los estudiantes durante la pandemia
4. Metodologías y prácticas para mejorar las clases virtuales
5. Criterios para la selección de herramientas virtuales

Preguntas guía

1. ¿Cuál es la misión y función principal del DOP dentro del Tecnológico de Costa Rica?
2. ¿Cómo apoya el DOP el desarrollo integral de los estudiantes en aspectos académicos y personales?
3. ¿Cuáles han sido los mayores desafíos que enfrentaron los estudiantes durante la educación virtual y el regreso a la presencialidad?
4. ¿Qué prácticas y metodologías utiliza el DOP para mejorar el aprendizaje y la participación en la virtualidad?
5. ¿Qué aspectos recomendaría el DOP tomar en cuenta al seleccionar herramientas tecnológicas para clases virtuales?

Apéndice AD. Entrevista Semi-Estructurada Aplicada al CEDA

Temas de conversación

1. Criterios para la selección de herramientas virtuales
2. Relación entre las herramientas utilizadas para dar clases virtuales y el modelo pedagógico del TEC
3. Herramientas actualmente promovidas
4. Desafíos del CEDA en la implementación del modelo pedagógico de forma virtual
5. Tendencias en pedagogía y herramientas tecnológicas
6. Uso del *proctoring* y su relación con el nuevo modelo pedagógico

Preguntas guía

1. ¿Qué criterios utiliza el CEDA para recomendar o seleccionar herramientas tecnológicas que apoyen el modelo pedagógico del TEC?
2. ¿Cómo considera el CEDA que las herramientas virtuales pueden ayudar a implementar y reforzar el modelo pedagógico del TEC, especialmente en la enseñanza de carreras tecnológicas como ATI?
3. De acuerdo con lo que han identificado en los últimos años de virtualidad, ¿qué herramientas tecnológicas actualmente utilizadas en el TEC han demostrado ser más efectivas en la enseñanza virtual, y por qué?
4. ¿Cuáles son los principales desafíos que el CEDA ha identificado en la implementación de metodologías pedagógicas en la enseñanza virtual, y cómo podrían superarse?
5. ¿Cuáles son las tendencias emergentes en pedagogía o tecnología educativa que el CEDA está considerando para el futuro, y cómo podrían aplicarse a las clases virtuales?
6. ¿Han considerado la implementación de *proctoring* en el TEC y su relación con el nuevo modelo pedagógico?

Apéndice AE. Entrevista Semi-Estructurada Aplicada a la Dirección de ATI

Temas de conversación

1. Presupuesto de ATI para adquisición de herramientas
2. Mecanismos de solicitud de presupuesto
3. Restricciones y limitaciones de la escuela respecto a la adquisición de herramientas
4. Criterios de la dirección de ATI al respecto de las herramientas tecnológicas de enseñanza virtual

Preguntas guía

1. ¿ATI cuenta con un presupuesto al que puede recurrir para invertir en herramientas tecnológicas para la educación?
2. ¿A qué mecanismos tiene acceso ATI para pedir presupuesto a la institución?
3. ¿Qué restricciones y limitaciones tiene la escuela para la adquisición de herramientas tecnológicas?
4. ¿Qué características y requerimientos debería cumplir o priorizar una nueva herramienta que se proponga para dar clases virtuales en ATI?

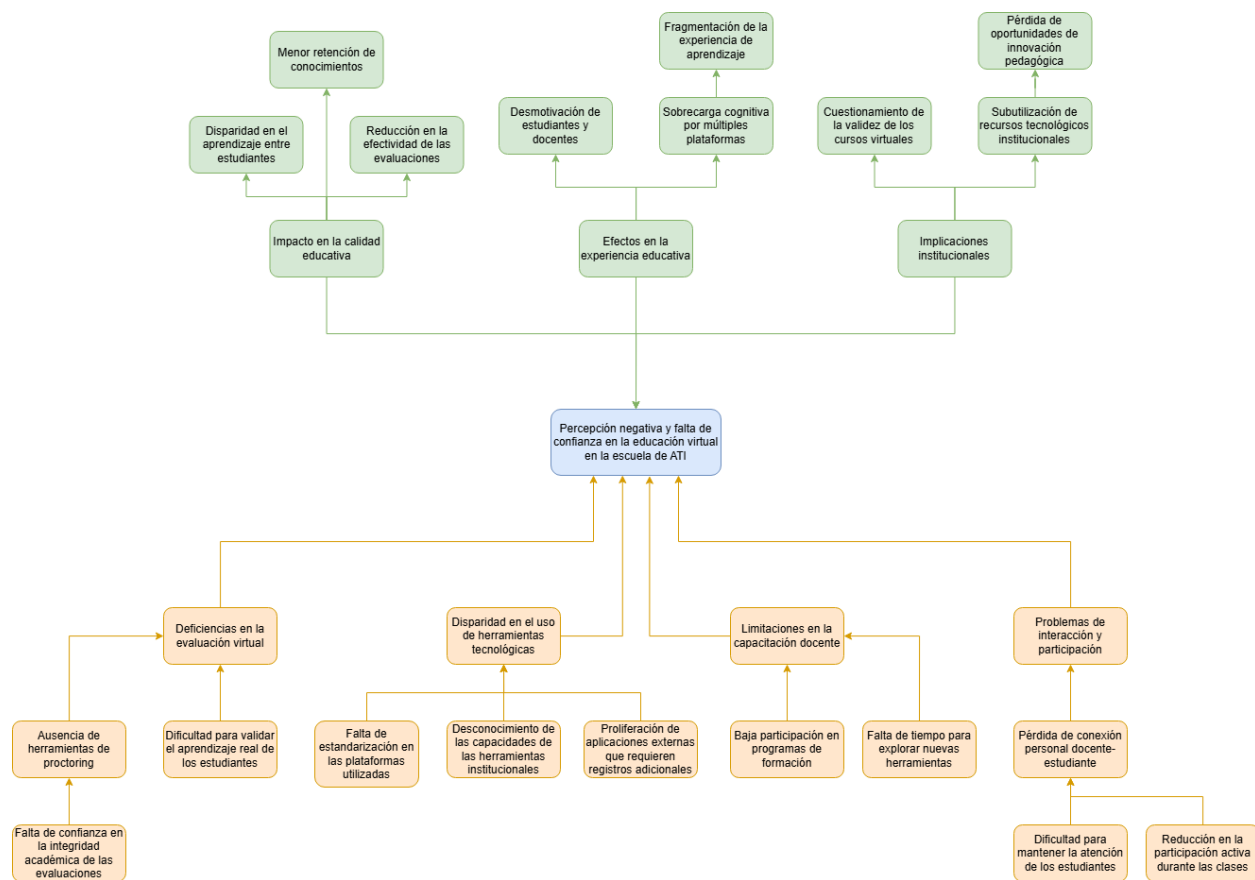
Apéndice AF. Revisión de la estimación de tiempo y costo para la integración de SEB en el TEC Digital.

Minuta de la Reunión				
Reunión Numero	1		Fecha	9 de noviembre del 2024
Lugar / Medio	Teams, Virtual		Tiempo de la Reunión	1 hora 20 minutos
Objetivo	Revisar la estimación de tiempo y costos para la integración de Safe Exam Browser con el TEC Digital			
Participantes	Presentes	Juan Andrés Segreda, Héctor Delgado		
	Ausentes	Ninguno		
Temas Tratados				
No.	Asunto		Comentarios	Acuerdos
1.	Actividades del desarrollo		Se comentaron las posibles etapas y actividades necesarias para la integración de SEB. Se distinguió entre un proyecto de desarrollo tradicional y una integración del tipo que esta investigación requería.	Se definieron las siguientes actividades necesarias para el desarrollo de la integración: 7. Análisis de documentación 8. Diseño de la Integración 9. Definición de APIs mínimas necesarias 10. Desarrollo del servicio de proctoring 11. Pruebas de integración y corrección de errores 12. Redacción de documentación 13. Integración en el TEC Digital 14. Despliegue
2.	Tiempo estimado del desarrollo		Se comentó el tiempo de desarrollo estimado. Se tomó en cuenta la complejidad del proyecto y la información aportada por los ingenieros del TEC Digital. Se tomó	Se acordó establecer el tiempo de desarrollo en cuatro meses.

Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

		en cuenta la experiencia del profesor Juan Andrés y su conocimiento al respecto de los tiempos de desarrollo para proyectos similares.	
3.	Costo del desarrollo	El costo del desarrollo se discutió tomando en cuenta los salarios determinados por el ministerio de trabajo, la información de la página web GlassDoor, y la experiencia de trabajo del profesor Juan Andrés.	Considerando el recurso humano necesario y el tiempo de desarrollo del proyecto, se estimó un costo de \$7,800.
Próxima Reunión			
Temas a tratar	Fecha	Convocados	
Ninguno definido	No definida	Ninguno definido	

Apéndice AG. Árbol del Problema



Apéndice AH. Cobertura de los Requerimientos sobre los Criterios

Requerimientos	Criterios																		
	C-DOP-1	C-DOP-2	C-DOP-3	C-DOP-4	C-DOP-5	C-DOP-6	C-DOP-7	C-CED-1	C-CED-2	C-CED-3	C-CED-4	C-CED-5	C-CED-6	C-CED-7	C-CED-8	C-CED-9	C-DIR-1	C-DIR-2	C-DIR-3
RF-01							X												
RF-02							X												
RF-03							X												
RF-04							X												
RF-05							X												
RF-06							X												
RF-07							X												
RF-08							X										X		
RF-09							X												
RF-10							X										X		
RF-11		X			X														
RF-15	X																X		
RF-19						X													
RF-20					X														
RF-22						X													
RF-29		X																	
RF-30		X		X															
RF-31		X		X															
RF-32		X		X	X												X		
RF-33			X						X								X		
RF-34			X		X				X								X		
RF-39	X						X				X						X		
RF-40	X						X				X						X		
RF-42														X					
RF-43							X							X					
RF-44														X					
RF-45		X		X	X									X			X		
RF-48														X					
RF-49														X					
RF-50										X				X					
RF-51										X									
RF-52										X									
RF-53										X					X				
RF-54										X					X				
RF-55										X					X				
RF-56										X					X				
RF-57										X					X				
RF-58										X					X				
RF-60						X													
RF-61			X			X							X				X		
RF-62			X										X				X		
RNF-02							X					X							
RNF-03								X								X	X		
RNF-05								X								X	X		
RNF-06								X								X	X		
RNF-07								X								X	X		

Capítulo 11 – Anexos

A continuación, se presentan los anexos de la investigación:

Anexo I. Modificaciones al Artículo 48 RREA.

COMUNICACIÓN DE ACUERDO

Sesión Ordinaria No. 3352, Artículo 11, del 21 de febrero de 2024

Página 11

Texto actual	Texto propuesto
<i>hábiles de anticipación a la fecha de inicio del semestre lectivo a partir del cual se quiere implantar.</i>	<i>inicio del semestre lectivo a partir del cual se quiere implantar.</i>

c. Que se modifique la definición de tipo de grupo “regular” por la siguiente, para que se ajuste el glosario institucional y el glosario de la guía de horarios:

i. “Regular: tipo de grupo que no se caracteriza por una metodología específica para el desarrollo de las actividades de aprendizaje”.

d. Que se adopten las definiciones correspondientes a la clasificación según el porcentaje de presencialidad en espacio físico común, para que sean incluidas en el glosario institucional, adaptado en los términos de grupos descritos en el glosario de guía de horarios, los “Lineamientos curriculares para los planes de estudio y tipos de grupos semipresenciales o virtuales” la Vicerrectoría de Docencia y la normativa vigente:

Presencial: es aquel grupo donde las clases se imparten al 100% en un espacio físico común docentes y estudiantes.

Semipresencial: grupo en el cual, entre un 25% y un 75% de las clases se imparten en un espacio físico común docentes y estudiantes y en las otras, el trabajo sincrónico o asincrónico se media por un entorno virtual de aprendizaje (EVA).

Virtual: grupo en el cual el 100% de las actividades (sincrónicas y asincrónicas) se realizan a través de un entorno virtual de aprendizaje. Pueden desarrollarse de forma:

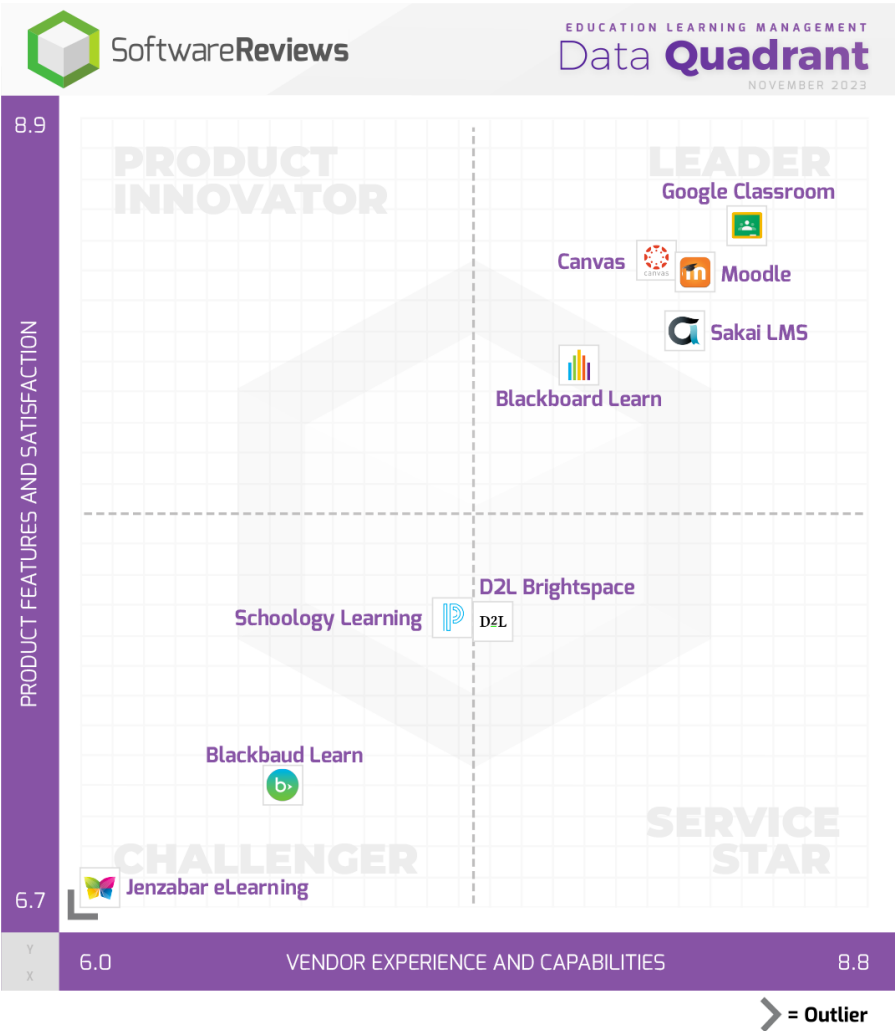
a. **Virtual sincrónica:** es aquel grupo en el cual se imparten las actividades académicas, donde docentes y estudiantes participan y se comunican en las clases, interactuando de forma inmediata en tiempo real por medios tecnológicos sin compartir el mismo espacio físico.

b. **Virtual asincrónica:** es aquel grupo en el cual, cuando se desarrollan las actividades académicas, docentes y estudiantes interactúan en espacios y momentos distintos, por un periodo temporal previamente definido para su realización.

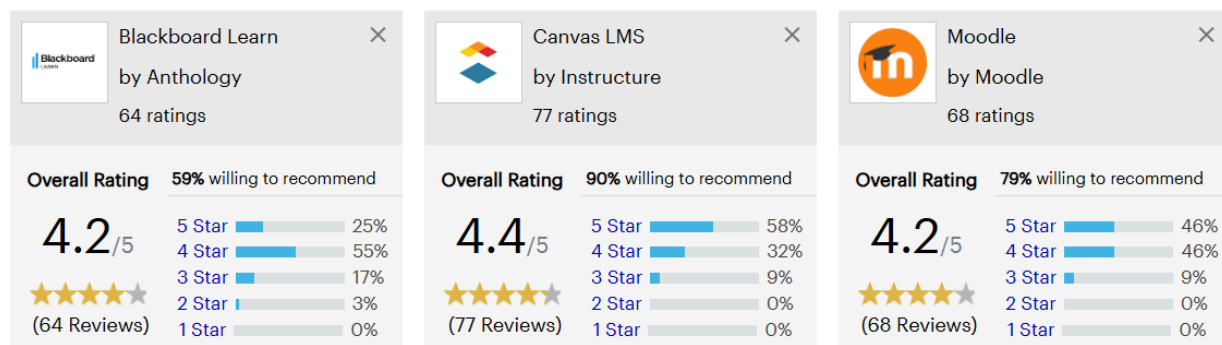
c. **Virtual mixto:** es aquel grupo donde se combinan las actividades académicas sincrónicas (docentes y estudiantes interactúan en las clases en tiempo real por medios tecnológicos sin compartir el mismo espacio físico) y asincrónicas (docentes y estudiantes interactúan en espacios y momentos distintos, por un periodo temporal definido).

4. La Comisión ad hoc integrada para analizar la propuesta de modificaciones a la normativa institucional con miras a facilitar la “docencia remota” con carácter estratégico, dictaminó negativamente

Anexo II. Cuadrante de SoftwareReviews para Herramientas LMS



Anexo III. Principales herramientas LMS según Gartner Peer Insights



Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales

Anexo IV. Plan de Estudios 2053



Escuela de Administración de Tecnologías de Información
Licenciatura en Administración de Tecnología de Información
Tel.: (506) 2550 9542 / (506) 2550 9534
www.tec.ac.cr

Anexo V. Carta de Revisión Filológica

CARTA DE FILÓLOGA

Heredia, 21 de noviembre del 2024

Señores (as)
Escuela de Administración de Tecnologías de Información
Tecnológico de Costa Rica

Estimado Señor (as)

Por este medio, la suscrita Edith Raissa Pizarro Alfaro, cédula de identidad N° 401780133, miembro activo del Colopro bajo el número 35554, doy fe de haber corregido exhaustivamente el documento titulado: “**Propuesta de Solución Tecnológica de Enseñanza Remota para la Escuela de ATI con el fin de Estandarizar la Experiencia de Aprendizaje y Aumentar la Calidad de las Clases Virtuales**”, que estuvo a cargo del estudiante: **Héctor David Delgado Aguirre**, con respecto a los siguientes aspectos:

1. Lexicografía, morfología, fondo y forma en su totalidad.
2. Uso correcto de las preposiciones.
3. Usos lingüísticos de los signos de puntuación, interrogación y exclamación.
4. Los solecismos, barbarismos, cacofonías, anfibologías, monotonía del lenguaje, redundancia, pleonasmos y la ortografía.

Por tanto, doy fe que este proyecto contiene un fondo claro y preciso de la propuesta expresada en el mismo, con ideas correctas, que mantienen el hilo conductor a lo largo del documento.

Atentamente,

Firmado por EDITH RAISSA PIZARRO ALFARO (FIRMA)
PERSONA FÍSICA, CPF-04-0178-0133. Fecha declarada: 21/11/2024 05:51 AM
Esta representación visual no es una fuente de confianza, valide siempre la firma.

Lcda. Edith Raissa Pizarro Alfaro
Código 35554