



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**INSTITUTO DE POSTGRADO**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA**

**EXEARNING EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO  
ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA INVESTIGACIÓN EN LA CARRERA  
DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Tecnología e  
Innovación Educativa

**AUTOR:**

Ing. Ronald Daniel Toapanta Morocho

**DIRECTOR:**

MSc. Evelyn Estefanía Hernández Martínez

**IBARRA – ECUADOR**

**2023**

## DEDICATORIA

“Y mientras duermes, me esforzaré por hacerte sentir orgulloso campeón”

A mi padre Estalin Toapanta,

Por ser mi mentor, mi guía y mi mayor motivación en el logro de mis sueños, por nunca dejar de creer en mí, y apoyarme en todo mi crecimiento personal y profesional, por infundir valores en mi vida, por apoyarme, y que pese al dolor que me dejó su partida, jamás deja de ser esa luz que ilumina siempre mi camino y está presente en cada decisión de mi vida. Allá en la eternidad ¡Lo logré luquitas!

A mi madre Rebeca Morocho,

Por transmitirme fuerza en todos los momentos de debilidad, por nunca dejar de orar por mí y guiarme bajo las enseñanzas de Dios, por demostrarme que la fe mueve montañas y que pese a los designios de Dios que muchas veces no entendemos, el sana nuestras heridas.

A mi hermano Darío,

Quien con su apoyo, consejos y el brillo de sus ojos al ver lo que consigo, me recuerda mucho a mi padre, por entenderme, sacarme risas y brindarme su cariño en los buenos y malos momentos, y sobre todo por nunca dejarme solo.

A mi enamorada Alejandra,

Que con su amor incondicional llenó de luz nuevamente mi vida, por ser mi apoyo y no dejarme caer por las adversidades que se han presentado en mi vida, por ser mi compañía en todos los momentos y enseñarme el valor de la humildad.

A mi hermana Sami,

A quien quiero demostrarle que el logro y éxito de las metas que nos proponemos, se alcanzan dedicándole tiempo y mucho esfuerzo a todo lo que hacemos, que esto sin duda motive a conseguir sus sueños en su carrera universitaria.

Con cariño, Ronald.

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Universidad Técnica del Norte, por abrirnos la puerta a este importante programa de maestría, brindándonos herramientas y conocimientos que sin duda impulsan nuestro crecimiento profesional y que a su vez enriquecen nuestras labores diarias en pro de mejorar la educación en nuestras instituciones, así como agradecer el reconocimiento al esfuerzo y la oportunidad de beca brindada que con mucho esmero la conseguí.

Así también me permito agradecer profundamente a mi tutora, MSc. Evelyn Hernández, por su guía, motivación y disposición a todo momento en el desarrollo de este trabajo, por representarme presencialmente en toda gestión que requirió la investigación, y por todas sus palabras de aliento en aras de culminar con éxito mi trabajo de titulación.

Al PhD. Irving Reascos, profesor de la maestría en Tecnología e Innovación Educativa, a quien expreso mis respetos y total admiración por todo su trabajo investigativo, y por la excelente calidad de persona y profesional que es, por brindarme su orientación, apoyo y sus conocimientos en la ejecución de este trabajo.

Al MSc. Santiago Zarate, coordinador de la carrera de Ingeniería en Biotecnología de la UTN, quien afectuosamente me brindo la oportunidad de realizar mi trabajo investigativo en beneficio de mejorar la calidad educativa e investigativa de la carrera, por su gestión en toda la información requerida, así como la transmisión y comunicación de mi trabajo, a los docentes y estudiantes del grupo de estudio.

Al Ing. Byron Fuertes, gran amigo y colega, por orientarme con sus conocimientos y experiencia en el campo de la Biotecnología, brindándome ideas que sin duda corroboraron a la estructuración e innovación del recurso propuesto en el presente trabajo.

Con mucha gratitud y admiración, Ronald.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

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

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD</b>	172204837-6		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	Toapanta Morocho Ronald Daniel		
<b>DIRECCIÓN</b>	Carcelén, calles E8B y N90, N90-100		
<b>EMAIL</b>	rdtoapantam@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO</b>	2803209	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	+593998080472

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO</b>	Exelearning en el Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia didáctica para la investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología
<b>AUTOR</b>	Ing. Ronald Daniel Toapanta Morocho
<b>FECHA</b>	14 de julio del 2023
<b>PROGRAMA DE POSTGRADO</b>	Tecnología e Innovación Educativa
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA</b>	Magíster en Tecnología e Innovación Educativa
<b>TUTOR</b>	MSc. Evelyn Estefanía Hernández Martínez

## 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 14 días del mes de julio del 2023.

### EL AUTOR:

Firma



**Nombre:** Ronald Daniel Toapanta Morocho



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE POSGRADO

Ibarra, 10 de mayo del 2023

Dra. Lucía Yépez


**Decana de la Facultad de Postgrado - UTN**

**ASUNTO:** Conformidad con el documento final

Señora Decana:

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo final de Grado *“Exelearning en el Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia didáctica para la investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología”* del maestrante *Ronald Daniel Toapanta Morocho*, de la Maestría de Tecnología e Innovación Educativa – En línea, certificamos que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas.

Atentamente,

	<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Firma</b>
Tutor/a	MSc. Evelyn Estefanía Hernández	
Asesor/a	PhD. Yenney Ricardo Leyva	<b>YENNEY RICARDO LEYVA</b> Firmado digitalmente por YENNEY RICARDO LEYVA Fecha: 2023.05.12 13:47:49 -05'00'

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>EL PROBLEMA</b> .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Antecedentes .....	4
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general .....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
1.4. Justificación .....	7
<b>CAPÍTULO II</b> .....	10
<b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	10
2.1. Marco teórico.....	10
2.1.1. Fundamento pedagógico .....	10
2.1.2. Fundamento tecnológico .....	14
2.1.3. Revisión de literatura .....	16
2.1.4. Base conceptual.....	18
2.2. Marco legal .....	36
<b>CAPÍTULO III</b> .....	38
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	38
3.1. Descripción del área de estudio / grupo de estudio .....	38
3.2. Enfoque y tipo de investigación.....	39
3.3. Procedimientos.....	41
3.3.1. Fase I: Metodologías EA utilizadas por los docentes .....	41
3.3.2. Fase II: Percepción de los estudiantes sobre las metodologías EA usadas por los docentes en el aula.....	45
3.3.3. Fase III: Relación entre las metodologías EA y el grado de competencias investigativas de los estudiantes.....	51
3.3.4. Fase IV: Diseño de estrategias pedagógicas enfocadas al ABP, mediante el empleo de la herramienta Exelearning .....	51
3.3.5. Fase V: Capacitación en el uso de la metodología ABP mediada por la herramienta Exelearning .....	53
3.4. Consideraciones bioéticas.....	53
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	54

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	54
4.1. Metodologías EA utilizadas por los docentes .....	54
4.1.1. Estrategias pedagógicas.....	55
4.1.2. Aprendizaje Basado en Proyectos .....	57
4.1.3. Gestión de Proyectos .....	58
4.1.4. Dificultades .....	60
4.1.5. Recomendaciones.....	61
4.2. Percepción de los estudiantes sobre las metodologías EA usadas por los docentes .....	62
4.2.1. Metodología EA del docente.....	63
4.2.2. TIC en el proceso EA .....	67
4.2.3. Habilidades investigativas.....	70
4.3. Relación entre las metodologías EA y el grado de competencias investigativas de los estudiantes .....	74
<b>CAPÍTULO V</b> .....	80
<b>PROPUESTA</b> .....	80
5.1. Planificación de la unidad temática .....	80
5.2. Diseños de estrategias pedagógicas bajo el ABP.....	81
5.2.1. Elección del tema .....	82
5.2.2. Tareas iniciales .....	83
5.2.3. Planificación.....	86
5.2.4. Acción .....	88
5.2.5. Socialización .....	89
5.2.6. Evaluación.....	89
5.2.7. Tutoría del docente.....	90
5.3. Creación del objeto virtual de aprendizaje (OVA) .....	91
5.3.1. Tareas o problemas reales .....	92
5.3.2. Activación .....	93
5.3.3. Demostración .....	95
5.3.4. Aplicación .....	97
5.3.5. Integración.....	99
5.4. Análisis de la calidad del OVA.....	100
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	102
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	102



5.1. Conclusiones .....	102
5.2. Recomendaciones .....	104
<b>REFERENCIAS</b> .....	105
<b>ANEXOS</b> .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Cuadro comparativo del constructivismo y socioconstructivismo .....	11
<b>Tabla 2.</b> Etapas para la revisión de literatura.....	16
<b>Tabla 3.</b> Cadena de búsqueda bibliográfica.....	17
<b>Tabla 4.</b> Número de documentos bibliográficos analizados.....	18
<b>Tabla 5.</b> Herramientas de autor para la creación de OVAs .....	33
<b>Tabla 6.</b> Preguntas de la entrevista. ....	43
<b>Tabla 7.</b> Participantes de la entrevista .....	44
<b>Tabla 8.</b> Variables, dimensiones e indicadores de la encuesta. ....	47
<b>Tabla 9.</b> Muestra de estudiantes para el Alfa de Cronbach. ....	49
<b>Tabla 10.</b> Participantes de la encuesta. ....	49
<b>Tabla 11.</b> Niveles de valoración para el análisis global de las encuestas. ....	50
<b>Tabla 12.</b> Alfa de Cronbach del instrumento.....	50
<b>Tabla 13.</b> Sistema de códigos resultante.....	54
<b>Tabla 14.</b> Niveles de valoración y Distribución de frecuencias. ....	62
<b>Tabla 15.</b> Alfa de Cronbach de la variable Metodología del docente .....	63
<b>Tabla 16.</b> Promedios escala de Likert de los ítems de la variable Metodología del docente.....	64
<b>Tabla 17.</b> Alfa de Cronbach de la variable TIC en el proceso EA .....	67
<b>Tabla 18.</b> Promedios escala de Likert de los ítems de la variable TIC en el proceso EA .....	68
<b>Tabla 19.</b> Alfa de Cronbach de la variable Habilidades investigativas .....	70
<b>Tabla 20.</b> Promedios escala de Likert de los ítems de la variable Habilidades investigativas .....	71
<b>Tabla 21.</b> Triangulación de datos, categoría metodología del docente.....	74
<b>Tabla 22.</b> Triangulación de datos, categoría TIC en el proceso EA.....	76
<b>Tabla 23.</b> Triangulación de datos, categoría habilidades investigativas.....	77

<b>Tabla 24.</b> Contenidos de la Unidad Temática para la propuesta pedagógica. ....	80
<b>Tabla 25.</b> Herramientas empleadas para la creación del OVA. ....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Zonas de desarrollo de Vygotsky.....	12
<b>Figura 2.</b> Triángulo interactivo en el proceso de enseñanza - aprendizaje.....	13
<b>Figura 3.</b> Esquema de inmersión de la teoría del aprendizaje en el entorno digital.....	14
<b>Figura 4.</b> Indicadores para la medición de competencias TIC .....	22
<b>Figura 5.</b> Pasos para la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos .....	25
<b>Figura 6.</b> Localización de la Universidad Técnica del Norte (UTN). ....	38
<b>Figura 7.</b> Proceso de los diseños mixtos concurrentes. ....	40
<b>Figura 8.</b> Pasos para la elaboración de un estudio de campo. ....	42
<b>Figura 9.</b> Agrupación de etiquetas en MAXQDA. ....	45
<b>Figura 10.</b> Pasos para la elaboración de encuestas. ....	46
<b>Figura 11.</b> Principios del Modelo de Merrill .....	52
<b>Figura 12.</b> Análisis de la información en MAXQDA.....	55
<b>Figura 13.</b> Nivel de satisfacción general de los estudiantes. ....	62
<b>Figura 14.</b> Porcentaje promedio de puntuaciones de la encuesta por cada asignatura. .	63
<b>Figura 15.</b> Porcentaje promedio de puntuaciones en la variable Metodología del docente.....	64
<b>Figura 16.</b> Dimensión Apoyo del profesorado. ....	65
<b>Figura 17.</b> Dimensión Aprendizaje real y activo.....	66
<b>Figura 18.</b> Dimensión Relevancia personal.....	66
<b>Figura 19.</b> Dimensión Grado de satisfacción. ....	67
<b>Figura 20.</b> Porcentaje promedio de puntuaciones en la variable TIC en el proceso EA. ....	68
<b>Figura 21.</b> Dimensión Uso de las TIC .....	69
<b>Figura 22.</b> Dimensión Relevancia personal en el empleo de las TIC.....	70
<b>Figura 23.</b> Porcentaje promedio de puntuaciones en la variable Habilidades investigativas .....	70
<b>Figura 24.</b> Dimensión Planificación .....	72
<b>Figura 25.</b> Dimensión Ejecución .....	72

<b>Figura 26.</b> Dimensión Publicación .....	73
<b>Figura 27.</b> Pasos para la elaboración de estrategias pedagógicas bajo la metodología ABP .....	81
<b>Figura 28.</b> Ejemplo de creación de murales en Padlet .....	83
<b>Figura 29.</b> Ejemplo de creación de canales en Teams.....	83
<b>Figura 30.</b> Base de datos de la Biblioteca virtual de la UTN .....	84
<b>Figura 31.</b> Ejemplo de curación de contenidos en Wakelet .....	84
<b>Figura 32.</b> Ejemplo de archivo de Word generado en One Drive .....	85
<b>Figura 33.</b> Anclamiento del archivo de OneDrive en el canal de Teams .....	85
<b>Figura 34.</b> Ejemplo de la evaluación inicial en Forms .....	86
<b>Figura 35.</b> Ejemplo de planificación de actividades en Planner.....	87
<b>Figura 36.</b> Ejemplo de actividad en Padlet.....	87
<b>Figura 37.</b> Ejemplo del trabajo grupal en Forms.....	88
<b>Figura 38.</b> Ejemplo de grabación de video en Stream.....	89
<b>Figura 39.</b> Ejemplo de Portafolio educativo cargado en OneDrive y Teams.....	90
<b>Figura 40.</b> Estructuración del árbol de contenidos y pantalla de inicio del OVA.....	92
<b>Figura 41.</b> Estructuración del Tema 1 "Introducción".....	92
<b>Figura 42.</b> Contenidos de la Introducción: Actividad de inicio, Contenidos, Proyecto investigativo .....	93
<b>Figura 43.</b> Estructuración y contenidos del subtema 1.2. "Uso de equipos e instrumentos de laboratorio".....	94
<b>Figura 44.</b> Actividad didáctica en el subtema 1.2. "Uso de equipos e instrumentos de laboratorio" .....	94
<b>Figura 45.</b> Estructuración y contenidos del subtema 1.4. "Aplicaciones de las Técnicas moleculares " .....	95
<b>Figura 46.</b> Actividades propuestas para el Proyecto, en el tema 2. "Aislamiento de ADN genómico" .....	95
<b>Figura 47.</b> Actividades propuestas para el Proyecto, en el subtema 2.2. "Técnicas de extracción" .....	96
<b>Figura 48.</b> Actividades propuestas para el Proyecto, en el subtema 3.3. "Electroforesis" .....	96
<b>Figura 49.</b> Videos propios de apoyo propuestos para el Proyecto, en el subtema 4.4. "Tipos de PCR" .....	97

<b>Figura 50.</b> Integración de laboratorios virtuales (externos) para la aplicación de los conocimientos.....	97
<b>Figura 51.</b> Rúbrica de autoevaluación en el tema 3. "Pureza y cuantificación del ADN" .....	98
<b>Figura 52.</b> Estudios de caso planteados en el tema 4.4. "Tipos de PCR" .....	98
<b>Figura 53.</b> Indicaciones y rúbrica para la socialización de resultados .....	99
<b>Figura 54.</b> Evaluación final de la experiencia educativa a través de la metodología ABP y el uso del OVA .....	100
<b>Figura 55.</b> Calidad del OVA con relación a su puntuación general .....	100

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Listado de documentos bibliográficos seleccionados .....	118
<b>Anexo B.</b> Matriz de conceptos de la revisión de literatura. ....	120
<b>Anexo C.</b> Fases para la implementación del ABP en el aula.....	121
<b>Anexo D.</b> Carta de invitación .....	122
<b>Anexo E.</b> Información para participantes.....	123
<b>Anexo F.</b> Formulario de consentimiento informado.....	124
<b>Anexo G.</b> Validación del cuestionario de entrevista dirigida a los docentes.....	125
<b>Anexo H.</b> Cuestionario de la entrevista en Forms.....	126
<b>Anexo I.</b> Validación del cuestionario de encuesta dirigida a los estudiantes.....	127
<b>Anexo J.</b> Cuestionario de la encuesta en Forms. ....	128
<b>Anexo K.</b> Sílabo de la Asignatura Biología molecular II - Unidad 3. ....	129
<b>Anexo L.</b> Rúbrica de autoevaluación grupal de las propuestas investigativas .....	130
<b>Anexo M.</b> Rúbrica de coevaluación para la exposición de grupos .....	131
<b>Anexo N.</b> Rúbrica de heteroevaluación de la experiencia de aprendizaje .....	132
<b>Anexo O.</b> Rúbrica de autoevaluación de la experiencia de aprendizaje .....	134
<b>Anexo P.</b> Instrumento CodA y valoración de la calidad del OVA. ....	135

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA

**EXELEARNING EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO  
ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA INVESTIGACIÓN EN LA CARRERA  
DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

**Autor:** Ronald Daniel Toapanta Morocho

**Tutor:** Evelyn Estefanía Hernández Martínez

**Año:** 2023

**RESUMEN**

La inmersión de las TIC en la educación constituyen herramientas que promueven el dinamismo y mejora continua del aprendizaje en la sociedad actual, fomentando cada vez más la transición de la educación tradicional a metodologías de aprendizaje activas que pueden ser adaptables a distintos entornos y modalidades, siendo esta la base de la propuesta de la presente investigación. Así, este estudio gira en torno al diseño de estrategias pedagógicas adaptadas a un objeto virtual de aprendizaje (OVA), creados con el programa Exelearning, y estructurados bajo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en conjunto al diseño instruccional de Merrill, ambos métodos cimentados en principios socioconstructivistas, y que sin duda constituyen instrumentos para impulsar al desarrollo de habilidades investigativas en los alumnos de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte (UTN), despertando así el interés y motivación en los actores educativos por perseguir el desarrollo de estas competencias en logro de la calidad y excelencia académica de la institución. Para ello se estableció inicialmente un método de investigación mixta, cuyo enfoque cualitativo se basó en la identificación de las metodologías de enseñanza-aprendizaje y estrategias usadas por los docentes en el aula, a través de entrevistas, mientras que el enfoque cuantitativo se abordó con el empleo de encuestas a los estudiantes para determinar su grado de percepción y satisfacción respecto a la pedagogía del docente y las habilidades investigativas que presentan. Tras el análisis y triangulación de los datos, se seleccionaron aquellas estrategias pedagógicas que presentaron un mayor grado de relación con la adquisición de habilidades investigativas de los educandos, a fin de estructurar los contenidos didácticos del OVA, cuya evaluación de la calidad se la valoró a través del instrumento COdA, obteniendo una excelente puntuación en los criterios referentes a los ejes didácticos y tecnológicos del recurso.

**Palabras clave:** Exelearning, Aprendizaje Basado en Proyectos, TIC, Investigación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
POSTGRADUATE INSTITUTE  
MASTER'S PROGRAM IN TECHNOLOGY AND EDUCATIONAL INNOVATION

**EXELEARNING IN PROJECT-BASED LEARNING AS A DIDACTIC  
STRATEGY FOR RESEARCH IN THE CAREER OF BIOTECHNOLOGY  
ENGINEERING**

**Author:** Ronald Daniel Toapanta Morochó

**Tutor:** Evelyn Estefanía Hernández Martínez

**Year:** 2023

**ABSTRACT**

The immersion of ICT in education constitutes tools that promote the dynamism and continuous improvement of learning in today's society, increasingly promoting the transition from traditional education to active learning methodologies that can be adaptable to different educational environments and modalities, this being the basis of the proposal of this research. Thus, this study revolves around the design of pedagogical strategies adapted to a virtual learning object (VLO) created with the Exelearning program, and structured under Project-Based Learning (ABP) in conjunction with Merrill's instructional design, both methods founded on socio-constructivist principles, and that undoubtedly constitute instruments to promote the development of research skills in Biotechnology Engineering students at the Technical University of the North (UTN), thus arousing interest and motivation in the educational actors to pursue the development of these competencies in order to achieve the quality and academic excellence of the institution. For this purpose, a mixed research method was initially established, whose qualitative approach was based on the identification of teaching-learning methodologies and strategies used by teachers in the classroom, through interviews, while the quantitative approach was approached with the use of student surveys to determine their degree of perception and satisfaction regarding the teacher's pedagogy and the research skills they present. After the analysis and triangulation of the data, those pedagogical strategies that presented a greater degree of relationship with the acquisition of research skills of the students were selected, in order to structure the didactic contents of the VLO, whose quality evaluation was valued at through the COdA instrument, obtaining an excellent score in the criteria referring to the didactic and technological axes of the resource.

**Keywords:** Exelearning, Project-Based Learning, ICT, Research

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, el constante desarrollo de la tecnología brinda a la sociedad una variedad de herramientas e información generando, con ello, cambios en los ámbitos sociales, económicos, culturales y educativos de un país. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) forman parte de estas herramientas del siglo XXI, y dentro del contexto educativo constituyen un importante medio para el proceso de enseñanza – aprendizaje (EA) del estudiantado, ya que a más de las diversas fuentes de información que propician, promueven la transición de la educación tradicional a la constructivista y autoaprendizaje continuo (Del Castillo *et al.*, 2018), así como la contribución eficaz en el desarrollo de competencias mejorando el acceso a la información, los resultados, canales de comunicación, trabajo colaborativo y posibilitando el aprendizaje a lo largo de toda la vida (Rama, 2014).

En esta perspectiva, la educación en el sistema ecuatoriano ha reflejado avances considerables en la última década (Pérez *et al.*, 2017). Según datos facilitados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la población con acceso a internet a nivel nacional ha incrementado de un 28,3% en el 2013 a un 53,2% en el 2020; así también en el uso de las TIC se ha reportado un 40,3% en el 2013 con respecto a un 70,7% en el 2020 promoviendo, de esta manera, la disminución de algunas brechas en el desarrollo de competencias digitales. Sin embargo, es necesario considerar que el lugar de uso que ha tenido el internet en las instituciones educativas ha ido disminuyendo progresivamente, y más con la llegada de la pandemia, reflejando un 17,3% en el 2013 en comparación a un 0,5% en el 2020 (Peña y Herrera, 2021).

Además, es importante tomar en cuenta que las TIC no determinan por sí solas el cambio educacional, sino que es fundamental su correcto uso, planificación y manejo por parte de los principales actores educativos, los docentes (Araiza *et al.*, 2012). En este sentido, Arias y Simón (2008) mencionan la importancia que tiene la metodología del docente en la dirección de actividades académicas y promoción del aprendizaje activo de los estudiantes, esto como solución a la falta de búsqueda bibliográfica y uso de

herramientas digitales en apoyo del aprendizaje e investigación, de no ser así, uno de los problemas que se puede desprender es la baja producción de conocimiento que los estudiantes pueden generar, representando con ello debilidades en su calidad educativa.

En este contexto, estudios descriptivos realizadas por Fernández *et al.* (2019) en el análisis de la producción científica de artículos sobre las TIC como apoyo al aprendizaje de los estudiantes, conciben que esta relación aún no ha sido lo suficientemente abordada debido al reducido número de artículos publicados en las principales bases de datos (WoS, Scopus, Google Scholar, ERIC y PsycINFO), sin embargo recalca el vínculo emergente entre la investigación con la importancia de la inclusión de las tecnologías en el aula, el currículo, la participación de la familia y la formación de los docentes.

El crecimiento de la investigación científica, en los últimos tiempos, ha sido notorio en varios países latinoamericanos, ubicando a Brasil como el país con mayor producción científica de la región seguido por Argentina, México, Chile y Venezuela (Ríos y Herrero, 2005). Análisis estadísticos sobre publicaciones científicas indexadas, durante los años 2009 - 2014, ubican a Ecuador en el puesto 82 a nivel mundial y en el puesto 13 en el contexto de Latinoamérica (Froilán *et al.*, 2016). Esta realidad refleja la necesidad de herramientas que el país debe tomar en mejoras de la educación, con la adopción de políticas, inversión y adquisición de recursos científicos y humanos que corroboren a una mayor producción científica en el Ecuador.

Propuestas didácticas que emplean el desarrollo de proyectos educativos en el aula, constituyen estrategias que promueven el pensamiento científico de los estudiantes (García y Quijano, 2015; N. Rivera, 2021), corroborando así a la mejora en el desarrollo de las competencias investigativas, mismas que deben enmarcarse bajo tres dimensiones principales: conceptual, procedimental y epistémica (Llorente *et al.*, 2017). Así también, despiertan el interés y motivación tanto de estudiantes como docentes durante el proceso de enseñanza - aprendizaje, lo que facilita la construcción de experiencias educativas memorables, la socialización y colaboración de sus trabajos, la apropiación y difusión de sus saberes y conocimientos para la solución colectiva de problemáticas sociales (Antezana y Lucero, 2019; Vélez y Piedrahita, 2020).



Sin duda, la investigación científica promueve el desarrollo de profesionales encaminados a la resolución de problemas sociales, económicos, políticos, ambientales, entre otros, contribuyendo al bienestar y calidad de vida de una nación (Delgado, 2021), y está en la educación superior y todos los actores educativos, el perseguir el desarrollo de estas competencias en logro de la calidad y excelencia académica. Sin embargo, en el Ecuador, existen ciertas limitaciones que imposibilitan su consecución como: políticas y estructuras insuficientes para la investigación, ausencia de una cultura científica en la institución debilitando así sus proyecciones y falta de motivación de los docentes, por lo que intervenciones para disminuir estas brechas deben enfocarse a la integración de capacitación profesional de docentes, acciones de intercambio académico y la promoción de actividades científicas en los estudiantes (C. Rivera et al., 2017).

Por esta razón, la presente propuesta de investigación se orienta a la adopción de nuevas estrategias metodológicas, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) junto con el empleo de las TIC para fomentar el uso adecuado de la información y construcción del conocimiento en miras a un mayor desarrollo cognitivo e investigativo en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, de la Universidad Técnica del Norte (UTN), a fin de lograr un mayor aporte y desarrollo científico de la Institución y del país. Es así, que para abordar esta temática se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles metodologías de enseñanza-aprendizaje (EA) abordadas por los docentes, tienen mayor percepción en el desarrollo cognitivo y construcción del conocimiento de los estudiantes?
- ¿Qué relación tienen las metodologías de enseñanza – aprendizaje (EA), empleadas por los docentes del área, en la ejecución y desarrollo de proyectos investigativos de los estudiantes?
- ¿Cómo el uso de las TIC, en el aula, influye en la capacidad resolutive de problemas y desarrollo de proyectos de los estudiantes?
- ¿La metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos promueve el autoaprendizaje y desarrollo de competencias científicas e investigativas de los estudiantes?

## 1.2. Antecedentes

Las TIC como medio de transformación y herramientas de apoyo en la mejora del ámbito educativo, han facilitado el desempeño de varias actividades y roles educativos, entre ellos: el acceso a una información variada, el procesamiento de datos, y la comunicación inmediata, aspectos que son de gran relevancia en el desarrollo de la investigación científica de una determinada institución, en donde son cada vez más los académicos quienes hacen el uso de esta tecnología para la resolución de problemas y gestión de sus proyectos (Arbeláez, 2014). A continuación, se detallan los aportes de distintos autores en referencia al impacto que tienen las TIC en el campo investigativo, con la finalidad de tener una visión global del efecto que tienen estas herramientas en el logro de objetivos y desarrollo de competencias científicas en el estudiantado.

Estudios previos realizados por Eytayo (2011), en base a la relación que tienen las TIC con el desarrollo de proyectos de investigación en estudiantes de pregrado, recomiendan la integración de la tecnología en las planificaciones de cada programa, así como su vinculación en asignaturas como metodología de la investigación y espacios dedicados para desarrollar sus capacidades y habilidades investigativas, entre ellas: la búsqueda de literatura especializada, el procesamiento de texto, el análisis de datos y habilidades de presentación. Para ello, Levinsen *et al.* (2014) recomiendan la conjunción de procesos reales de trabajo con entornos digitales multimodales y empleo de nuevas estrategias metodológicas, como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje experiencial, el aprendizaje contextualizado, el aprendizaje colaborativo, y entornos de aprendizaje virtual (Gámiz-Sánchez, 2017; Livingstone y Lynch, 2000), como medios para el logro de la autosuficiencia y participación activa de los estudiantes.

Experiencias en el proceso de enseñanza – aprendizaje de estudiantes de educación superior de la Universidad de Granada, a través del aprendizaje basado en proyectos (ABP) junto al uso de las TIC, evidencian el trabajo colaborativo y participativo de los estudiantes en cada etapa de su investigación, entre ellas: la recopilación de información, el diseño, la planificación, el desarrollo, la implementación y la evaluación de sus resultados y/o productos, haciendo uso de herramientas de la web 2.0 como blogs, organizadores gráficos, y eRubric, permitiendo con ello no solo el seguimiento y análisis

de sus proyectos, sino también la generación de conocimientos y recursos de interés para los demás académicos (Gámiz-Sánchez, 2017).

Dentro de este contexto, la implementación del ABP en carreras de ciencias experimentales, como Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, ha posibilitado la elaboración de productos alimenticios bajo la implementación y desarrollo de 4 etapas metodológicas, que van desde la identificación y planteamiento del problema, hasta la presentación y evaluación de los resultados; además, los autores concluyen que esta metodología proporciona habilidades y competencias de interrelación entre el conocimiento y la práctica de los estudiantes, junto con la capacidad de abordar y enfrentar problemáticas que afectan el bienestar y salud de la sociedad (Olea *et al.*, 2019). En cuanto a la percepción de los estudiantes de Biotecnología sobre la implementación del ABP en sus procesos de enseñanza – aprendizaje, el informe de Segurado (2018), manifiesta que se logra un mayor desarrollo cognitivo y colaborativo, además, de la promoción del autoaprendizaje, análisis crítico, difusión y capacidad de generar debate, lo cual sin duda posibilita la indagación e incentivo del pensamiento científico en los estudiantes.

En Ecuador, revisiones documentales sobre las experiencias en el ABP de la Educación Superior, durante el periodo 2014 al 2018, identifican a 6 centros universitarios como promotores en el empleo de esta metodología, y cuyos resultados han sido publicados en varias revistas indexadas, previo a su implementación en varias áreas del conocimiento, entre ellas: Gestión de cuencas hidrográficas, Cinemática, Planificación del transporte terrestre, Diseño de proyectos, Simulación de experimentos de física, Medicina basada en evidencia e Informática (Orellana-Torres, 2020); entre los principales resultados que se obtuvo de esta revisión, están: un aprendizaje más significativo sobre todo en áreas referentes a las ciencias experimentales, una percepción positiva entre los agentes educativos involucrados, una interdisciplinariedad en los proyectos, y el desarrollo de competencias complementarias extracurriculares en los estudiantes. Sin embargo, al ser una revisión documental de trabajos en el lapso de 4 años, es evidente las debilidades en la educación en referencia al abordamiento e implementación de nuevas estrategias metodológicas en el aula.

Por otro lado, estudios de análisis y descripción de proyectos de investigación mediados por las TIC, reportan la aplicación que estas herramientas tienen durante todo el proceso investigativo, mencionando algunos ejemplos como: redes sociales, blogs y plataformas virtuales institucionales para la comunicación, organización y tareas complementarias; GoConqr, Keynote, Glogster, Canvas, entre otros, para la exposición de temas y difusión de la información; herramientas multimedia para la elaboración de videos didácticos; bases de datos, páginas web y libros digitales para la obtención de información; aplicaciones básicas de programación para la creación de juegos y gamificación; Google drive, Google docs y correo electrónico para la elaboración de informes, y cuestionarios (Aparicio, 2019; Barrera, 2017; Monsalve *et al.*, 2018).

A medida que avanza la tecnología, se han dispuesto una gran cantidad de herramientas didácticas digitales que ofrecen una amplia cantidad de información, causando en muchos de los casos debilidades en el aprendizaje autónomo de los estudiantes y en la ejecución de sus actividades, por ello los Objetos de Aprendizaje (OA) constituyen una solución que facilita la sistematización, estructuración y acompañamiento en el aprendizaje de los educandos (Wiley, 2000). En este contexto, el eXeLearning es una de las herramientas más usadas para la creación de OA, y puede ser aplicada, como soporte, para el desarrollo de metodologías activas de aprendizaje en el aula, como: Aula Invertida, Aprendizaje Basado en Problemas, Gamificación, Design Thinking, Aprendizaje Basado en Proyectos (Aguado-Moralejo, 2021), entre otros, siendo en esta última muy poco abordada, especialmente en Ecuador, habiendo una limitada cantidad de producciones dedicadas a su estudio (Web of Science, palabras clave: Problem-based learning, eXeLearning, Ecuador).

Las investigaciones antes expuestas, dan a conocer el rol fundamental que tienen las TIC en el desarrollo, seguimiento, y control de proyectos institucionales, las cuales acompañadas de nuevas estrategias metodológicas de enseñanza – aprendizaje, como el ABP, promueven al autoaprendizaje, pensamiento crítico, trabajo colaborativo, autogestión y desarrollo de competencias investigativas en los alumnos. Sin embargo, en la educación superior ecuatoriana, son muy pocas las instituciones y carreras universitarias que incorporan esta metodología en el aula (Orellana-Torres, 2020), por lo que estudios dedicados a abordar el ABP en los centros educativos resultan de gran relevancia en este campo.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Elaborar estrategias pedagógicas basadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos y mediadas por la herramienta Exelearning, como instrumentos para la investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología, de la Universidad Técnica del Norte, durante el periodo 2022.1 – 2022.2.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar las metodologías de enseñanza – aprendizaje (EA) y recursos utilizados por los docentes de varias asignaturas formativas de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, de la Universidad Técnica del Norte, y su relación en la adquisición de competencias investigativas de los estudiantes.
- Determinar la percepción que tienen los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, de la Universidad Técnica del Norte, sobre las metodologías de enseñanza – aprendizaje usadas por los docentes en la construcción de sus conocimientos y desarrollo de habilidades investigativas.
- Diseñar estrategias pedagógicas basadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), mediante el empleo de la herramienta Exelearning para la elaboración, desarrollo y seguimiento de las propuestas de investigación de la carrera de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte.
- Realizar una capacitación en el empleo de estrategias pedagógicas basadas en el ABP mediante el uso de la herramienta Exelearning para el posterior análisis y evaluación de la propuesta metodológica y futuro fortalecimiento de los procesos educativos en el aula.

### **1.4. Justificación**

La enseñanza en educación superior es, sin duda, un pilar fundamental en el desarrollo académico profesional de las personas, en esta no solo se adquiere capacidades y aptitudes para la inserción laboral, sino también se sientan las bases para el aprendizaje

continuo e íntegro del nuevo profesional, aspectos relevantes para atender las demandas actuales de la sociedad del conocimiento. Es así, que el desarrollo e implementación de nuevos entornos educativos de aprendizaje, en respuesta al constante cambio de la sociedad, promoverán a una mejora en la calidad y construcción del conocimiento. En este sentido, la presencias de las TIC en la educación, constituyen una importante herramienta de innovación para el alcance de la información, comunicación y desarrollo científico – tecnológico de las naciones (M. Sánchez et al., 2019).

En la actualidad los sistemas educativos, según el área de estudio, requieren de la renovación constante de sus procesos de enseñanza - aprendizaje, esto por medio de la implementación de estrategias pedagógicas apoyadas por herramientas tecnológicas e innovadoras que brinden al docente las habilidades que los estudiantes requieren para su proceso de formación, en donde la investigación constituye un rol importante para el desarrollo, producción y difusión del conocimiento.

Estudios llevados a cabo, sobre el análisis de la producción científica en la educación mexicana, determinaron que las publicaciones en revistas indexadas y reconocidas nacional e internacionalmente, constituyen en su mayoría trabajos relacionados a la inclusión de las TIC en la educación (Olivares *et al.*, 2016), las cuales conforman herramientas cognitivas para un mejor manejo, interpretación y organización de la información. Por su parte en Ecuador, estadísticas del número de publicaciones registradas datan un total de 7942 estudios publicados en el periodo de 1996-2015, lo que ha puesto en alerta sobre la necesidad de adquirir nuevas estrategias pedagógicas para la generación de conocimiento (Froilán *et al.*, 2016). En este sentido, Rivera *et al.* (2017) mencionan que es necesario sensibilizar y motivar a los docentes en la adopción de la investigación como una herramienta cotidiana para alcanzar la excelencia académica y producción científica del país, además de la importancia de vincular a los tres factores claves para su logro: universidad, empresa y estado.

Es por ello que este estudio, al estar enfocado a la implementación de tecnología e innovación educativa a nivel superior, resultan de gran relevancia en la formación profesional e investigativa de los educandos, corroborando así a la generación de personal académico capacitado y activo en el desarrollo de proyectos de investigación de gran impacto en el área de las ciencias biológicas, vinculándolos así en la proyección de sus

capacidades adquiridas y a la mejora de las mismas a través de estudios de cuarto nivel. Además, el uso de las TIC confiere en los alumnos la capacidad de ser partícipes en procesos de discusión, negociación e interacción con otros grupos de investigación (Morales *et al.*, 2015), generando posteriormente futuros intercambios y colaboraciones con otras instituciones nacionales e internacionales, enriqueciendo así a la ciencia y la academia en el Ecuador.

Así también, el análisis y la ejecución de las estrategias pedagógicas propuestas, junto con el uso de recursos didácticos digitales, pueden ser adoptadas y aplicadas por los docentes del área según la necesidad de sus estudiantes, ya que ofrecen una gran versatilidad en el alcance de las metas de aprendizaje, sin dejar de lado la promoción de hábitos de innovación, producción y transformación durante la formación académica. Para la integración de profesores y alumnos en el uso de las TIC como herramienta de aprendizaje, es fundamental la formación y capacitación del docente en torno al manejo y optimización de las mismas dentro del currículo académico (M. Sánchez *et al.*, 2019).

Por otro lado, el desarrollo de la presente investigación, puede ser la base para la propuesta de nuevas estrategias pedagógicas, las cuales deben atender el cambio constante de la educación superior, y de esta manera promover nuevas políticas institucionales y reestructurales enfocadas a la mejora continua de la calidad educativa e inclusiva en el país, en donde el uso e inserción de las TIC en la educación, posibilitan la eliminación de barreras de espacio y tiempo, permitiendo acoger a los estudiantes con diversas necesidades educativas y potencializar su participación dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje de las instituciones (Said-Hung *et al.*, 2015).

Finalmente, este trabajo investigativo se suscribe a la Línea de investigación de “Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas” de la Universidad Técnica del Norte, aprobado bajo resolución Nro. 001-073-CEAACES-2013-13, el cual a su vez persigue los objetivos y metas del Plan de Creación de Oportunidades 2021 – 2025, en su sección Eje Social, cuyo objetivo No. 7 señala: “Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1. Marco teórico**

El presente marco teórico comprenderá en una primera instancia, los fundamentos pedagógicos y tecnológicos que sustentan este trabajo de investigación, siendo el socio-constructivismo, el conectivismo, y la transición de estas teorías a entornos digitales, claves en la referenciación del presente estudio; mientras que en una segunda etapa, derivadas de una revisión de literatura, se abordarán los conceptos y fundamentos básicos del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), así como la importancia de los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) y de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), en la promoción de habilidades y competencias investigativas que demanda la sociedad moderna y la educación actual.

##### **2.1.1. Fundamento pedagógico**

###### ***2.1.1.1. Teoría socio constructivista***

Es una teoría psico-pedagógica conocida también como la teoría del desarrollo del aprendizaje, teoría sociocultural del aprendizaje, constructivismo social o andamiaje (Ivanov et al., 2020), la cual sienta sus bases en la Psicología Genética de Jean Piaget y la Psicología sociocultural de Lev Vygotsky.

Surge a partir del constructivismo, el cuál resalta el papel activo de los estudiantes durante el desarrollo y construcción de sus propios conocimientos (Cubero, 2005), en donde el profesor crea el entorno y las condiciones educativas para dicho proceso; y se diferencia con el mismo (Tabla 1), en el hecho de que la construcción del conocimiento no se considera como una tarea individual, sino como el resultado entre la interacción sociocognitiva del individuo con el medio (Roselli, 2011). Castellaro y Peralta (2020) mencionan que escenarios intersubjetivos y de interacción con otros son indispensables y determinantes en el desarrollo y la educación, en los cuales la experiencia social en situaciones de conflictos cognitivos constituye el motor de la inteligencia, favoreciendo



a su vez nuevos intercambios sociales que ayudarán a la construcción de nuevos conocimientos.

**Tabla 1.** Cuadro comparativo del constructivismo y socioconstructivismo

<b>Marco de aprendizaje</b>	<b>Constructivismo</b>	<b>Socio constructivismo</b>
<b>Característica</b>	El conocimiento es construido activamente por el individuo	El conocimiento es construido socialmente
<b>Representantes</b>	Jean Piaget, Ausubel, Jonassen	Lev Vygotsky, Berger, Luckmann
<b>Objetivos educativos</b>	Los estudiantes construyen y aplican su propio conocimiento	Los estudiantes construyen, comparten y acuerdan socialmente el conocimiento
<b>Estrategias de aprendizaje</b>	Recolectar información no organizada del mundo y crear conceptos y principios	Intercambiando y compartiendo nociones con otros, se forman ideas y se produce el pensamiento
<b>Orientación general</b>	Descubrir relaciones entre conceptos.	A través de proyectos, los estudiantes discuten y descubren significados.
<b>Rol del estudiante</b>	Construye activamente su conocimiento	Responsable de su proceso de aprendizaje
<b>Rol del docente</b>	Guía para los alumnos; brindan un contexto de instrucción para estudiantes activos y autorregulados	Marca las pautas para el inicio y el estudiante continua con el proceso; proporcionan facilitación y andamios entre los estudiantes
<b>Relación docente - estudiante</b>	Actitud colaborativa docente - alumno	Participación interactiva

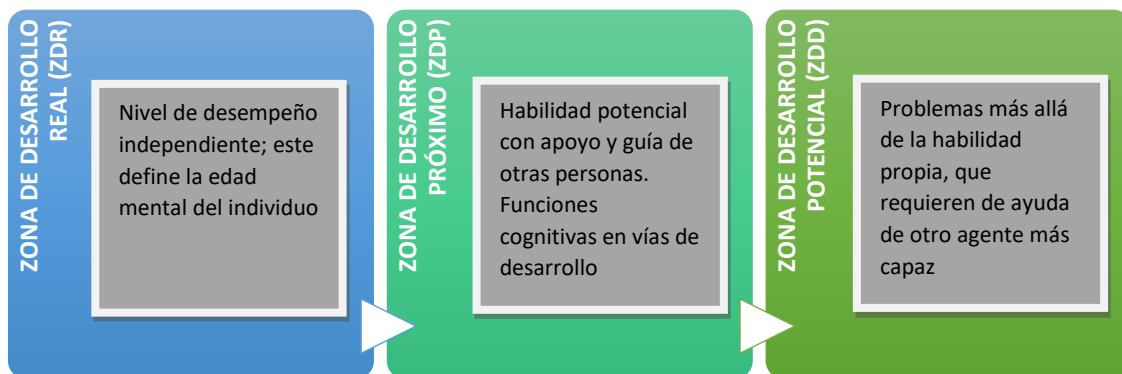
**Elaborado por:** El autor (2023).

**Fuente:** Adaptado de Hamat y Amin (2010) y Valdez (2012).

Bajo esta teoría, desde la perspectiva neopiagetiana, es importante destacar que el concepto de conflicto sociocognitivo es determinante en el desarrollo intelectual, y ésta se da gracias a la interacción social de la persona antes que de forma individual, es decir ocurre en situaciones de intercambio y cooperación con otros al intercambiar ideas ajenas permitiendo así la modificación de sus propios esquemas en la resolución de algún problema (Roselli, 2011). Por lo tanto, el conflicto básico de desarrollo del aprendizaje no es tanto el cognitivo, sino el sociocognitivo, surgiendo de este modo la conocida “teoría del conflicto sociocognitivo” (Castellaro y Peralta, 2020).

Por su parte, la posición neovygotskiana enfatiza en el concepto de la zona de desarrollo próximo (Figura 1), definida como “la distancia entre el nivel real de

desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema; y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz” (Vygotsky, 1978, p.86); en esta se resalta e incluye la interacción sociocognitiva entre pares, es decir entre estudiantes, dejando de lado perspectivas anteriores que consideraban al docente u otro adulto como únicos responsables del proceso de andamiaje en la enseñanza.

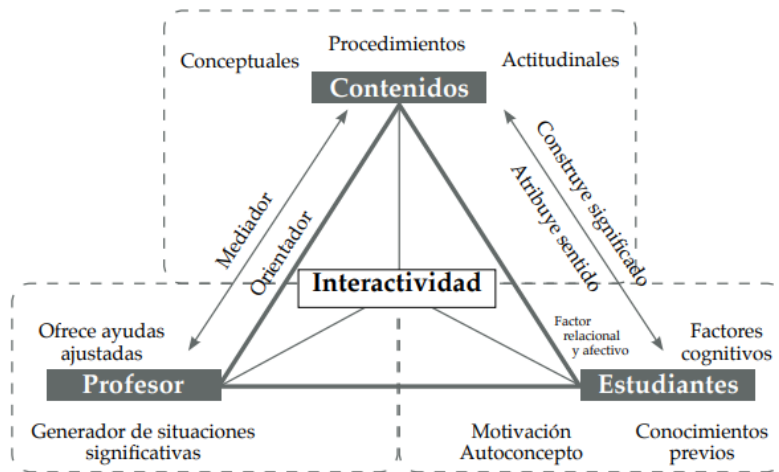


**Figura 1.** Zonas de desarrollo de Vygotsky

**Fuente:** Adaptado de Peredo (2019).

Por lo tanto, la teoría socioconstructivista se caracteriza por la conjunción de principios neopiagetianos y neovygotskianos al establecer una relación recíproca, permanente y necesaria entre el desarrollo cognitivo y el desarrollo social (Castellaro y Peralta, 2020), en donde el aprendizaje se analiza en el marco de los procesos interactivos entre el estudiante, docente y los contenidos, entendiendo al aula como contexto de enseñanza y aprendizaje colaborativo (Díaz-Barriga, 2006), y constituyendo así el triángulo interactivo o llamado también triángulo didáctico (Figura 2) en el que Coll (2001), citado por Pliego et al. (2020), manifiesta que:

- el estudiante aprende desarrollando su actividad mental de carácter constructivo, siendo activo y participativo, y en virtud de la mediación con otros individuos en momentos y contextos culturales particulares;
- el contenido, relacionado con el objeto de enseñanza y aprendizaje; y
- el profesor guía al alumno en el proceso de construcción de significados y darles sentido a los contenidos de aprendizaje, manteniéndolo además en la zona de desarrollo próximo y proporcionando estructuras de andamiaje.



**Figura 2.** Triángulo interactivo en el proceso de enseñanza - aprendizaje  
**Fuente:** Gutiérrez et al. (2011).

De este modo, el individuo comprende y da significado a la realidad objetiva del mundo mediante la interacción interpersonal e intersubjetiva con su medio, permitiendo así el diálogo, la negociación y el aprendizaje, pasando este último de ser un proceso unidireccional (docente - alumno) a ser un proceso que se lleva a cabo en múltiples direcciones, de manera recíproca y colaborativa, a medida que el individuo se apropia del conocimiento interpersonal o sociocultural en un determinado contexto. De este modo, la concepción social del desarrollo es entendida bajo tres niveles de análisis interrelacionados, el microgenético, el ontogenético y el sociogenético (Castellaro y Peralta, 2020; Castorina, 2018).

El socio-constructivismo propone la participación activa y vinculación de los estudiantes en proyectos de aprendizaje colaborativos que permitan potencializar su capacidad resolutoria ante problemas contextualizados, y de esta manera desarrollar un proceso de construcción social del conocimiento (Robles y Barreno, 2016), en donde la tecnología y herramientas digitales constituyen medios no solo para el logro de un aprendizaje más significativo, sino también para promover, cada vez más, la competencia científica en la educación.

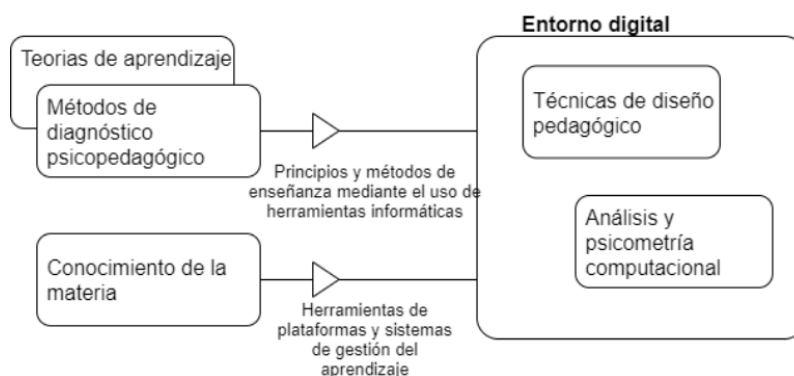
Existen varias metodologías de aprendizaje activo enraizadas bajo el modelo socio constructivista, los cuales se enfocan al desarrollo íntegro del individuo en medio de entornos colaborativos (Díaz-Barriga, 2006; Robles y Barreno, 2016), siendo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) uno de ellos, permitiendo a los estudiantes el

descubrimiento y transformación de sus conocimientos a través de la interacción con el medio, para posteriormente reconstruirlos y ampliarlos con nuevas experiencias de aprendizaje, promoviendo así su iniciativa y autonomía en la resolución de conflictos en donde el estudiante tiene la capacidad de “aprender a aprender” constantemente.

## 2.1.2. Fundamento tecnológico

### 2.1.2.1. Teorías del aprendizaje en entornos digitales

El constante desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han revolucionado las metodologías de enseñanza – aprendizaje (EA) y modalidades de estudio en la educación, adoptando así herramientas digitales que promueven la innovación y mejora continua del proceso educativo, surgiendo de este modo el e-learning, en donde resulta primordial la inmersión de las teorías tradicionales del aprendizaje hacia entornos digitales (Figura 3), ya que son las teorías las que toman en cuenta la relación entre el aprendizaje y el desarrollo individual, permitiendo así la dinamización y la toma de decisiones durante el trayecto educativo (Ivanov et al., 2020).



**Figura 3.** Esquema de inmersión de la teoría del aprendizaje en el entorno digital

**Fuente:** Ivanov et al. (2020)

Bajo este panorama, la mayor parte de autores coinciden en la potencialidad que oferta la inmersión de la teoría del socioconstructivismo en un entorno digital, como solución a la dificultad en el control y retroalimentación del proceso de aprendizaje individual de cada alumno en los entornos e-learning. De acuerdo al esquema de la Figura 3, la transferencia de las teorías de aprendizaje a entornos digitales considera los siguientes aspectos (Lin et al., 2009, citado por Ivanov et al., 2020):

- Diseño pedagógico, usado para: el análisis de las necesidades, competencias y resultados esperados del público objetivo; la elección de medios y metodologías de trabajo educativo; el desarrollo de evaluaciones, tareas y material didáctico usando herramientas apropiadas; y la evaluación de la eficacia de los materiales.
- Psicometría computacional, empleado para: la identificación e investigación de factores que aseguren el éxito del e-learning; el análisis de la calidad de los programas y el contenido; y la optimización de la ruta de aprendizaje.

Desde una perspectiva socioconstructivista, los entornos digitales permiten la construcción de los conocimientos en función de la interacción social del individuo, ya que ofrece el potencial de organizar las actividades académicas de manera cooperativa (cuando trabajan individualmente en tareas subdivididas) y colaborativa (cuando trabajan juntos agrupando sus ideas en una misma tarea), generando con ello conflictos sociocognitivos los cuales a su vez son mayormente influenciados cuando se trabaja simultáneamente en espacios de trabajo privados e individuales (Gracia et al., 2017).

Además, el uso de herramientas y recursos de la web 2.0 y su incorporación en el proceso educativo convierten a las metodologías EA en dinámicas, flexibles, participativas y sobre todo motivadoras para los alumnos, potenciando, de este modo, los aprendizajes en los entornos digitales (Moya-López, 2013). Por ello, el empleo de las TIC y el desarrollo de las bases teóricas y metodológicas para acciones de control en el proceso de aprendizaje en entornos digitales (e-learning), deben enfocarse en las siguientes soluciones (Ivanov et al., 2020):

- Modificación de la experiencia de aprendizaje electrónico, a través de la transferencia de teorías científicas de aprendizaje al entorno educativo digital. En este sentido las metodologías activas, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (APB) resulta de gran interés para la innovación educativa.
- El desarrollo y estudio de modelos, métodos y herramientas, para la evaluación a fondo de los conocimientos, las habilidades y las competencias de los educandos, siendo los objetos virtuales de aprendizaje (OVA) uno de los instrumentos de apoyo para el aprendizaje en entornos digitales.

Finalmente, es importante tomar en cuenta que ni la pedagogía por si sola, ni el empleo único de las tecnologías, promueven la creatividad e innovación en el aula, sin embargo, su relación e incorporación constituyen elementos que ayudan a reforzar y asegurar el éxito de la práctica educativa. Por lo tanto, la fusión del socioconstructivismo, la tecnología y los procesos de enseñanza – aprendizaje, permiten la aportación de nuevas experiencias de aprendizaje tecnopedagógicas en donde resulta vital el papel de los docentes para la planificación, innovación y el desarrollo de los procesos cognitivos (Pliego et al., 2020).

### 2.1.3. Revisión de literatura

Es el primer paso para iniciar con el planteamiento de un anteproyecto o desarrollo del mismo, a través de este se conforman intercambios de información que interrelacionan el objeto de estudio con la literatura existente, contribuyendo así a contextualizar y definir el alcance de la investigación, además de constituir un referente para la construcción del campo conceptual y promover la discusión en el trabajo académico (Guirao, 2015; Meza-Salcedo et al., 2020). Las etapas para el proceso de revisión de literatura se realizaron de acuerdo con los planteamientos descritos en la Tabla 2:

**Tabla 2.** Etapas para la revisión de literatura.

Etapas	Características
1. Definir los objetivos de la revisión	En función al tipo de revisión, para lo cual es importante tomar como base la delimitación del tema, el objeto, el problema de estudio y las preguntas de investigación.
2. Realizar la búsqueda bibliográfica	Tomando en cuenta varios tipos de fuentes documentales, así como el establecimiento de estrategias de búsqueda y criterios de selección de documentos.
3. Organizar la información	Estructuración de los referentes teóricos, conceptuales y perspectivas metodológicas de los ejes temáticos propuestos por otros autores a través de tablas de análisis y síntesis.
4. Redacción de resultados	Compilación clara, concisa y ordenada de los conocimientos abordados sobre el objeto de estudio los cuales permiten orientar y comprender el problema investigado.

**Elaborado por:** El autor (2023).

**Fuente:** Adaptado de Guirao-Goris et al. (2008) y Meza-Salcedo et al. (2020).

### 2.1.3.1. Objeto de estudio

La revisión de literatura fue de tipo narrativa e integradora en donde se examinó y seleccionó la literatura publicada en función a la unidad de análisis “estrategias didácticas en el ABP para la investigación”, y en base a las preguntas de investigación previamente descritas en el planteamiento del problema. Guirao (2015) manifiesta que este tipo de revisiones buscan identificar, valorar, interpretar y sintetizar el cuerpo de conocimientos sobre la metodología, base teórica e investigación de un determinado tema.

### 2.1.3.2. Búsqueda bibliográfica

La búsqueda de documentos de referencia se la realizó en las principales bases de datos utilizadas para la investigación académica, entre ellas: Google académico, Scopus, Teseo, eLibro y La Referencia. Para ello se establecieron cadenas de búsqueda (Tabla 3), en función a las preguntas de investigación antes propuestas.

**Tabla 3.** Cadena de búsqueda bibliográfica

<b>Para documentos en español</b>	- "Aprendizaje Basado en Proyectos" AND "Tecnologías de la información y comunicación" AND ("OVA" OR "Exelearning") AND ("competencias investigativas" OR "competencias científicas") OR ("habilidades investigativas" OR "habilidades científicas")
<b>Para documentos en inglés</b>	- "Project-Based Learning" AND "Information and communication technologies" OR "ICT" AND ("Object Learning" OR "Exelearning")

**Elaborado por:** El autor (2023).

La selección de documentos se realizó en función al problema de estudio y el empleo de criterios de inclusión y exclusión, vinculando así trabajos académicos desde el año 2015 en adelante y descartando aquellos que no guardan ninguna relación con las ciencias experimentales. El número de trabajos académicos seleccionados incluyen libros, tesis de maestría, de doctorado y artículos científicos detallados en la Tabla 4, mientras que el título y la descripción de los documentos se exponen en el Anexo A.

**Tabla 4.** Número de documentos bibliográficos analizados.

<b>Bases De Datos</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>
Google académico	27	15	7
Scopus	172	43	8
TESEO	13	5	2
eLibro	62	37	2
La Referencia	28	25	4
<b>Total</b>			23

**Elaborado por:** El autor (2023).

### ***2.1.3.3. Organización de la información***

La síntesis de la información se realizó a partir de la elaboración de una matriz de conceptos (Anexo B) en relación con la unidad de análisis, y en función a los referentes teóricos y bases conceptuales que sustentan el trabajo investigativo.

### ***2.1.3.4. Resultados de la revisión***

Los conceptos e información extraídos como resultado de la revisión son presentados de forma ordenada y sintetizada en la base conceptual de este documento.

## **2.1.4. Base conceptual**

### ***2.1.4.1. TIC en la educación***

Con la llegada de las TIC, la tecnología educativa cobró mayor relevancia en la revolución de las prácticas educativas durante las últimas décadas, enfocándose así a la solución de problemas relacionados al currículo, métodos de enseñanza – aprendizaje, medición / evaluación educacionales, planificación, así como en el desarrollo de la investigación científica, dando paso así, a la transformación de las metodologías tradicionales por modelos educativos actuales basados en el desarrollo integral del individuo y de la sociedad, así como de su contexto sociocultural (Arbeláez, 2014; Robles y Barreno, 2016); sin embargo existe aún desconocimiento de la funcionalidad y manejo de estas tecnologías, dificultando con ello su incorporación en la educación.



## **a) Características**

Las TIC tienen una serie de características específicas entre ellas la interactividad, instantaneidad, innovación, digitalización e interconexión (M. Sánchez et al., 2019), siendo así que ofrecen nuevas posibilidades en los procesos educativos, en donde generalmente se las emplea como: objetos de aprendizaje, medios para aprender y como apoyo al aprendizaje; por lo que resulta importante su uso adecuado según el contexto educativo, siendo necesario considerar los siguientes aspectos (Robles y Barreno, 2016):

- **Conocimiento:** acceso a información de calidad en medio de una gran cantidad de fuentes; su desconocimiento causa un nuevo tipo de analfabetismo funcional.
- **Habilidades:** necesario el dominio de las TIC (softwares, programas, aplicaciones, etc.) para la adquisición de nuevas capacidades cognitivas.
- **Actitudes:** valores y respeto por las normas de uso y seguridad, relacionados a los derechos de autor, así como a las posibilidades que ofrecen las TIC para el trabajo en equipo, empoderamiento y autonomía en la educación.

## **b) Funciones**

Desde la visión socioconstructivista, la implementación de las TIC en el aula ha posibilitado la inmersión de metodologías pedagógicas activas (Gámiz-Sánchez, 2017), provocando cambios en los usuarios y en los entornos de aprendizaje, haciéndolos de estos más dinámicos, didácticos, colaborativos, etc., en donde los estudiantes tienen la capacidad de llevar el control de sus actividades, el refuerzo de sus conocimientos, la autoevaluación, y la toma de decisiones de su rendimiento, reconociéndose a sí mismos como sujetos sociales conscientes de la realidad y del medio que los rodea (Pliego et al., 2020). En este sentido, Coll (2009), citado por Pliego et al. (2020), menciona que las TIC constituyen instrumentos para la mediación de:

1. las relaciones entre alumnos y los contenidos de aprendizaje;
2. las relaciones entre los profesores y los contenidos de enseñanza y aprendizaje;
3. las relaciones entre los profesores y los alumnos o entre los alumnos;
4. la interrelación conjunta en la realización de tareas o actividades de enseñanza;
5. la configuración de entornos o espacios de trabajo y de aprendizaje.

Dentro del ámbito profesional, educativo, e investigativo, las TIC facilitan el desempeño de varias actividades que van desde el acceso a una amplia información, su manejo y procesamiento, hasta la difusión del conocimiento. Entre las herramientas principales se encuentran (Arbeláez, 2014):

- acceso a la información: diversidad de artículos de investigación, tesis, actas de congreso, entre otros, a través del acceso a bibliotecas virtuales, revistas y libros digitales, bases de datos, etc.
- recolección de la información: cuestionarios en línea que permiten tener grandes muestras de población por su capacidad de ser resuelta desde cualquier lugar;
- almacenamiento de la información: acopio de datos y documentos en la nube, lo que permite contar con información desde cualquier sitio, y compartir archivos para realizar trabajo colaborativo, en este sentido se encuentran herramientas como Google Drive, iCloud, Dropbox, entre otros;
- procesamiento de datos: uso de programas de análisis cualitativos como Etnograf, Atlas Ti, Nud, IST Vivo 2, Aquad 5, Winmax y Maxqda; así como de análisis cuantitativos, entre ellos: SPSS, R, Mintab, Stats y Excel.
- comunicación: difusión de los resultados de investigación a través de la publicación en blogs personales o colectivos, redes sociales, en sitios web, o en revistas electrónicas e indexadas.

### c) **Importancia**

Pliego et al. (2020), manifiestan que las tecnologías educativas han sido renombradas de forma más específica, tomando en cuenta la aplicación e importancia que tienen durante los procesos formativos, habiendo así tres denominaciones diferentes:

- TIC (tecnologías de la información y comunicación), percibidas como facilitadores y transmisores de la información y de recursos educativos, su conocimiento se centra en el manejo tecnológico e instrumental.
- TAC (tecnologías para el aprendizaje y conocimiento), concebidas como herramientas para la realización de actividades para el aprendizaje y análisis de la realidad circundante, dirigidas principalmente hacia usos formativos.

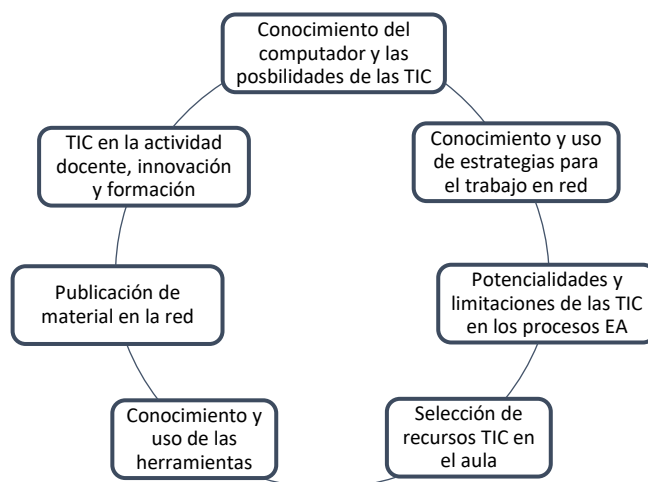
- TEP (tecnologías para el empoderamiento y participación), entendidas como instrumentos para la participación y colaboración de docentes y estudiantes.

Independientemente de las formas en las que las tecnologías sean denominadas, todas persiguen el mismo objetivo en la educación, el cual es impulsar nuevas formas de aprender y enseñar, fomentando así al desarrollo de nuevos saberes, habilidades y valores, todos enfocados hacia la participación activa de los alumnos, la adquisición de aprendizajes más significativos, y la formación y autonomía para asumir los cambios constantes del mundo real (Gámiz-Sánchez, 2017), en donde la combinación de estas herramientas digitales con la investigación docente resulta atractiva para su logro.

Además, es importante mencionar que las TIC favorecen el aprendizaje ubicuo, es decir, un aprendizaje accesible desde cualquier espacio y tiempo, promoviendo así, cada vez más la educación virtual, así como la capacitación continua, en donde los estudios son más alcanzables e inclusivos para toda la sociedad. De este modo, resulta fundamental incorporar el uso de las TIC, en metodologías EA centrados en el estudiante, promoviendo en ellos el pensamiento crítico y autonomía a través de su implicación, actividad, y compromiso en temas reales de interés para el alumno y para la sociedad, facilitando así el aprendizaje en varios campos del conocimiento (Freeman et al., 2014).

#### **d) Incorporación**

La incorporación de las TIC en la educación superior involucra tres aspectos a tomarse en cuenta: las políticas, la infraestructura, y la brecha tecnológica de los principales actores educativos (C. Rivera et al., 2017), es así que para su empleo es importante conocer las potencialidades y limitaciones que estas herramientas ofrecen en el mercado laboral, la educación y en el desarrollo de proyectos de investigación, debiendo en esta última, reflexionar en cuestiones relacionadas al tipo y calidad de datos que se quiere acceder, las acciones y análisis que se pretenden realizar, las ventajas que se desean obtener y las competencias necesarias para su manejo (Arbeláez, 2014), mismas que dependerán de la guía y orientación del docente y su metodología. En este sentido Sánchez et al. (2019) expone 7 dimensiones (Figura 4) en las cuales el docente debe tener alguna competencia y dominio para el aprovechamiento de estas tecnologías en el aula.



**Figura 4.** Indicadores para la medición de competencias TIC

**Fuente:** Adaptado de Sánchez et al. (2019).

Según Gámiz-Sánchez (2017), las TIC se pueden incorporar en la educación superior de varias formas: como objetos de entrenamiento; como parte del proceso de enseñanza – aprendizaje (planificación, metodología, tutoría, etc.); y como apoyo para la investigación (gestión, búsqueda de información, y comunicación), sin dejar de lado los principios de integración curricular para su consecución. Es así que, la incorporación de las TIC ofrecen nuevas oportunidades para transformar la docencia universitaria y la excelencia académica, posibilitando la incorporación de metodologías activas y entornos flexibles para el aprendizaje que promueven el desarrollo de habilidades y competencias científico - tecnológicas que demanda la sociedad actual.

#### ***2.1.4.2. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)***

El surgimiento de nuevas tendencias globales en la educación han requerido la necesidad de emplear nuevas aportaciones y estrategias que promuevan mejoras en el aprendizaje y la calidad educativa de las instituciones, cambiando así los modelos tradicionales por métodos centrados en las necesidades, intereses y procesos de aprendizaje de los alumnos (Lathika, 2016), siendo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) una de estas aportaciones, cuyo concepto se lo atribuye principalmente al pedagogo William H. Kilpatrick a través de su obra “The Project Method (1918)”, la cual se fundamentó en la idea de que el interés de los estudiantes debe ser la base para el desarrollo de proyectos de investigación, y estos ser el centro del proceso de aprendizaje.

Es así que el ABP constituye una metodología de enseñanza – aprendizaje que, bajo el enfoque socioconstructivista, promueve la construcción social e individual del conocimiento (A. Rahmawati et al., 2020; Ruíz et al., 2013), a través de la experiencia, la interdisciplinariedad, el trabajo colaborativo, la interacción y la participación activa de los estudiantes en proyectos de investigación orientados a la resolución de problemas de situaciones reales (Kokotsaki et al., 2016), cambiando de este modo el ejercicio tradicional de la educación, por actividades de aprendizaje que crean entornos flexibles, dinámicos e interactivos para la enseñanza, además de promover el pensamiento crítico, creativo y el carácter científico de los estudiantes universitarios.

#### **a) Características e importancia del ABP en la educación**

El ABP, al igual que otras metodologías centradas en el alumno: como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en la indagación, presenta una serie de características básicas, las cuales son (Shpeizer, 2019):

- Indagación profunda: relacionado con la rigurosidad de aplicar un enfoque investigativo, el cual incluye el formular preguntas, buscar fuentes, recopilar información, analizar y sintetizar los hallazgos y aplicar la información.
- Autenticidad: basado en los componentes reales del proyecto de investigación propuesto en el aula, más allá de una simple simulación o caso hipotético.
- Aprendizaje activo y significativo: capacidad de promover la creatividad y participación de los estudiantes en la construcción, integración y aplicación de los conocimientos, proporcionando así un aprendizaje significativo y relevante.
- Libertad y autonomía: independencia en la toma de decisiones de los alumnos en relación con el contenido, medios de aprendizaje, y desarrollo del proyecto, siendo idóneo para una amplia gama de individuos y estilos de aprendizaje.
- Problemas desafiantes: el aprendizaje se basa en torno a problemas reales, de interés para los alumnos, en los que la búsqueda de soluciones motiva mayormente a los procesos de aprendizaje y elaboración del proyecto.
- Aprendizaje colaborativo: relacionado con la visión socioconstructivista en la que el aprendizaje es un proceso social que fomenta la autonomía, participación, trabajo en equipo y mejora de habilidades cognitivas y sociales de los estudiantes.

- Producto y presentación: cada proyecto genera un producto final el cual es presentado a una audiencia con intereses en la temática, a través de productos como presentaciones, cortometrajes, exhibiciones, juegos e instrumentos.
- Preparatoria profesional: formación de habilidades y destrezas en un futuro entorno laboral gracias a las experiencias obtenidas de los proyectos, además de establecer contactos con la comunidad y socios profesionales.

Por otro lado, en cuanto a la importancia que tiene esta metodología en el aula, esta se destaca por la integración de la teoría con la práctica, desafiando a los estudiantes a aplicar los conocimientos aprendidos en el aula e involucrarlos en procesos investigativos enfocados al desarrollo de productos o soluciones a problemas reales (Orellana-Torres, 2020), promoviendo así el trabajo autónomo de los estudiantes bajo la guía y supervisión constante del docente, además de la motivación y participación activa en sus propios procesos educativos (Gámiz-Sánchez, 2017). Sin embargo, es relevante mencionar que una mala planificación de las actividades en el ABP puede resultar en problemas de desorganización y brechas en el conocimiento.

Además, es notable recalcar la potencialidad que presenta el ABP junto con la integración de las TIC como herramientas de apoyo al aprendizaje y como medios para promover las actividades pedagógicas orientadas a ofrecer experiencias reales (A. Rahmawati et al., 2020), adaptándose, de este modo, al nuevo orden tecnológico y social que demanda la sociedad actual. En este sentido, la conjugación de las herramientas TIC y las estrategias de aprendizaje usadas en el ABP tienen un impacto positivo en la percepción que tienen los estudiantes sobre la efectividad de los cursos, su desenvolvimiento, autorregulación, comunicación y discusión (Gámiz-Sánchez, 2017). No obstante, la integración de ambas presenta algunos desafíos a la hora de implementarlos, los cuales deben ser abordados, principalmente, desde la comprensión de la metodología y las habilidades tecnológicas del profesorado (Shpeizer, 2019).

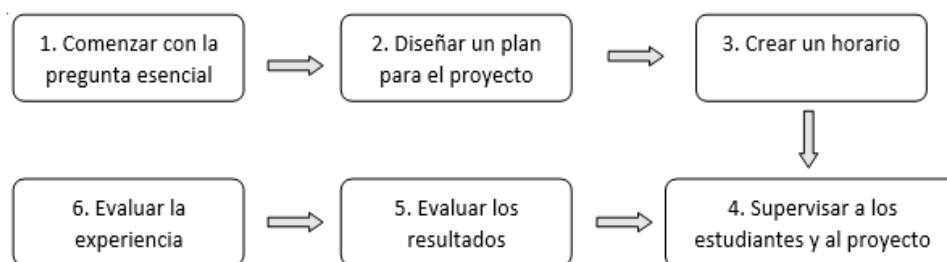
Para finalizar, gracias a la promoción de habilidades autónomas en la búsqueda y selección de la información, el análisis crítico y deductivo de casos prácticos reales, el estudiante logra adquirir una mejor visión sobre la aplicación de la asignatura en el mundo real, sus perspectivas y sus aplicaciones futuras (Segurado, 2018), en donde el mismo adquiere y desarrolla competencias relacionadas con la investigación y la tecnología, que

sin duda promueven habilidades de pensamiento de orden superior y la capacidad de transferir estos conocimientos a contextos actuales (Charania et al., 2021).

### b) Proceso metodológico del ABP

De acuerdo con Kokotsaki et al. (2016), el diseño y la construcción de proyectos de investigación vinculan altos niveles de compromiso estudiantil a causa del desafío cognitivo así como de las dimensiones afectivas, éticas y estéticas relacionadas al proyecto, mismos que deben presentar las siguientes características para su correcto diseño: Centralidad; Pregunta impulsora; Investigaciones constructivas; Autonomía; y Realismo. Todo ello resultando en la construcción de un producto o solución final que representa los nuevos conocimientos y aptitudes de los estudiantes con respecto al tema que se investiga, en donde los mismos colaboran, reflexionan, redactan y presentan sus resultados a través de videos, fotografías, informes, entre otros.

En referencia a la metodología para llevar el ABP al aula, existen varias fases propuestas por múltiples autores, sin embargo alguna de ellas comparten ciertas similitudes y consensos (Anexo C) (Castellano, 2020; Gómez-Pablos, 2018), entre ellos Yusri et al. (2019) expone los siguientes pasos (Figura 5), en donde previamente el profesor es el encargado de analizar las fortalezas y debilidades del alumnado para la resolución de los proyectos y desarrollar todas las destrezas deseadas; la pregunta esencial debe ser relacionada a una situación real y promover el pensamiento crítico de los estudiantes para el abordamiento del proyecto, estableciéndose así el tema a trabajar; el diseño del proyecto involucra la organización de los grupos de trabajo, así como las tareas iniciales y temporalización definidas por el docente; mientras que en el seguimiento y evaluación, se definirán las estrategias para la guía y mejora del proyecto.



**Figura 5.** Pasos para la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos

**Fuente:** Yusri et al. (2019).

Estudios realizados por Mergendoller y Thomas (2005), en torno a las estrategias a llevar a cabo para el empleo exitoso del ABP en el aula, por parte de profesores expertos en la temática, mencionan relevantes los siguientes aspectos de planificación, realización y seguimiento del proyecto:

- Pasos previos: orientación a los estudiantes sobre lo que se espera que logren, y los criterios de calificación, antes de que inicien el proyecto como tal. Además de fomentar la práctica en los alumnos sobre cuestiones referentes a la planificación, preguntas de investigación y pasos para ejecutar el proyecto.
- Gestión del tiempo: programación de los proyectos a través de cronogramas para aumentar la flexibilidad, entrega y cumplimiento en los plazos establecidos.
- Cultura de autogestión: promover en los estudiantes la responsabilidad en el diseño y ejecución de los proyectos, tomando decisiones por sí mismos, documentando sus ideas y animándolos a “aprender a aprender”.
- Gestión de grupos de estudiantes: establecimiento de patrones apropiados para cada agrupación y realización del seguimiento del progreso de cada grupo a través de la orientación, discusión, y registro de evidencias.
- Trabajo fuera del aula: colaboración con demás miembros externos al aula, como otros profesores, padres y personas de la comunidad educativa, compartiendo y discutiendo ideas, planes y actividades.
- Aprovechamiento de la tecnología: uso eficiente de la tecnología y el internet para el desarrollo del proyecto, promoviendo a la toma de decisiones sobre las fuentes de información seleccionadas, y desarrollo del pensamiento crítico.
- Evaluación de los estudiantes y el proyecto: uso de varios métodos de evaluación entre ellos la coevaluación y la autoevaluación, haciendo especial énfasis en esta última y segundo al desarrollo del proyecto a través de estrategias de evaluación formativa sobre el estado del proyecto y cómo podría mejorarse.

### **c) Factores para la implementación del ABP**

Shpeizer (2019) destaca tres desafíos principales en la implementación exitosa del ABP en la educación superior, estos son:



- Cambios en los roles entre profesores y alumnos: el ABP involucra una mayor responsabilidad y autonomía de los alumnos en sus procesos de aprendizaje, mientras que los profesores cumplen la labor de guías y facilitadores de los contenidos, este cambio de roles y responsabilidades puede generar incertidumbre durante el empleo del ABP en el aula.
- Trabajo colaborativo: el trabajo grupal puede tener una serie de impedimentos como la falta de organización, la poca o nula colaboración entre los miembros y las escasas habilidades y experiencias en el aprendizaje en conjunto.
- Evaluación: al involucrar el trabajo por proyectos, los profesores no solo deben enfocarse a calificar el producto final, sino también el proceso, así como las habilidades individuales y grupales adquiridas en el trayecto, siendo necesario el cambio de las evaluaciones tradicionales por evaluaciones sistematizadas.

Mientras que los factores que aseguran el éxito en la implementación del ABP son la tecnología digital moderna, la gestión y apoyo de las autoridades institucionales, la alta calidad de los procesos grupales, la exploración de contenidos interdisciplinarios, las habilidades y autosuficiencia de los estudiantes, y sobre todo la competencia efectiva de los docentes en el proceso de andamiaje para el aprendizaje de los estudiantes, la orientación y apoyo, los métodos de evaluación y la instrucción didáctica con métodos de investigación en profundidad (Kokotsaki et al., 2016).

#### **d) ABP en la educación superior**

La implementación del ABP en la educación superior ha sido limitada en varias instituciones académicas a nivel mundial, sin embargo, varios campos de la ingeniería y centros educativos que tienen interés en la innovación pedagógica lo han integrado, junto con las TIC, dentro de sus procesos formativos (Shpeizer, 2019), detallándose algunas ventajas y beneficios obtenidos tras su aplicación.

Con respecto a Ecuador, la mayor parte de estudios dedicados a la aplicación del ABP en la educación, corresponden a grupos de estudio focalizados, usualmente, a los niveles de educación general básica, bachillerato general unificado y bachillerato técnico, siendo pocos los trabajos desarrollados en educación superior, mencionándose entre

algunos de ellos: la formulación de un plan de clase durante la aplicación del ABP en estudiantes de un programa de maestría en enseñanza de la Física (Caballero et al., 2014); el diseño de una guía para la aplicación del ABP en estudiantes de Ingeniería en Sistemas (Vilca, 2017); el uso de WebQuest como metodología del ABP en estudiantes de Ingeniería Mecánica (Pomboza, 2014); modelos didácticos basados en el ABP para egresados de Terapia Física (Encalada, 2015); la elaboración de prácticas de laboratorios virtuales utilizando el ABP en alumnos de Pedagogía de las Ciencias Experimentales (Tituchina, 2022); y la relación que existe entre el ABP y las emociones en los estudiantes de la carrera de Educación Física (Ambato, 2021).

Con relación al contexto internacional, experiencias a través del ABP junto al uso de las TIC en estudiantes de distintas carreras de educación de la Universidad de Granada, evidencian la adquisición de competencias digitales, además del trabajo colaborativo, interactivo y participativo de los alumnos en el desarrollo de los contenidos de las asignaturas y etapas de su investigación, haciendo uso de herramientas de la web 2.0 como blogs, softwares para mapas conceptuales, eRubrics, ePortafolios, y sistemas de gestión del aprendizaje (Gámiz-Sánchez, 2017), constituyendo este último junto con las redes sociales, el uso de la nube, y la programación informática en las tecnologías más populares usadas en la integración con el ABP (A. Rahmawati et al., 2020)

Por su parte, la implementación del ABP en carreras de ciencias experimentales, como Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, ha proporcionado habilidades y competencias de interrelación entre el conocimiento y la práctica de los estudiantes, desarrollando así productos alimenticios enfocados en la salud y bienestar de la sociedad, promoviendo así la autonomía, el análisis crítico, la difusión y la capacidad de generar debate, que sin duda fomentan el pensamiento científico del alumnado (Olea et al., 2019; Segurado, 2018).

Así también, informes sobre el empleo del ABP en varias áreas de la ingeniería, concluyen en la obtención de aprendizajes significativos, una percepción positiva entre los actores involucrados, el logro de la interdisciplinariedad en los proyectos, y el desarrollo de competencias complementarias extracurriculares en los estudiantes (Orellana-Torres, 2020; Rico et al., 2018). Prueba de ello, reportes realizados por Y. Rahmawati et al. (2021) en el uso de esta metodología en estudiantes de tres países

diferentes, demuestran el gran impacto que tiene el involucramiento de los mismos en entornos multiculturales, es decir, con diferencias en los estilos de aprendizaje, en las costumbres, actitudes, entre otros, lo cual permite aumentar las habilidades investigativas del siglo XXI, incrementando las capacidades de análisis y de síntesis, así como el uso de instrumentos como entrevistas, observaciones, diarios reflexivos y evaluación por pares.

Por otro lado, frente a la reciente pandemia que el mundo atravesó a causa del COVID-19, estudios en India experimentaron en el empleo del ABP junto con el desarrollo de WebQuests relacionados a tópicos biológicos actuales, en donde los estudiantes tuvieron la capacidad de investigar, crear, y compartir sus propios recursos, resultando así en una mayor adaptación de la tecnología con el ABP para el éxito en el logro de los objetivos curriculares (Charania et al., 2021), aun así una de las mayores limitantes es el desconocimiento y la situación socioeconómica de los participantes.

Finalmente, es importante recalcar que la inmersión de los alumnos en el desarrollo de proyectos de investigación promueve, a nivel general, la participación activa y colaborativa de los mismos en la construcción de los aprendizajes y consecución de sus trabajos académicos o productos, desarrollando habilidades críticas, creativas, lógicas, de autodirección, comunicativas, tecnológicas y de resolución de problemas (Ningsih et al., 2020; Y. Rahmawati et al., 2021), además de fortalecer las competencias y habilidades científicas en los docentes (Vélez y Piedrahita, 2020), lo cual desde luego promueve la calidad educativa de las instituciones.

#### ***2.1.4.3. Objeto virtual de Aprendizaje (OVA)***

Surgen a partir de los años 90 con la oferta de cursos y capacitaciones, de forma presencial y online, de varias instituciones educativas a nivel mundial, habiendo así la necesidad de diseñar y crear materiales didácticos que permitan dinamizar los procesos de enseñanza – aprendizaje en la educación (Andrade y Rojas, 2016), de este modo los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) constituyen instrumentos novedosos de interacción y comunicación, constituidos por al menos cuatro componentes editables: objetivos, contenidos, actividades y elementos de contextualización (Chiappe et al., 2007; Maldonado et al., 2015); y cuyo uso se puede adaptar dentro de cualquier contexto permitiendo anclar los intereses educativos y sociales de toda la comunidad educativa.

Cabe recalcar que los OVA son también conocidos como OA “Objeto de Aprendizaje”, por sus siglas en inglés OL “Object Learning”, cuyo desarrollo en Latinoamérica son abordados por la LACLO (Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje) a través de la colaboración institucional de varias universidades e investigadores interesados en el desarrollo y aplicación de estas tecnologías en la educación. Actualmente, bajo el movimiento de una educación abierta para todos, los OVA han sido integrados en grandes repositorios con el fin de compilar todos los recursos educativos y ser intercambiados y mejorados a través de toda la comunidad académica, entre los principales destacan: JoRUM, Merlot, Aproa, Universia, OpenDOAR, ROAR y LORNET (Callejas et al., 2011).

#### **a) Definición y características de los OVA**

De manera general los OVA son considerados como cualquier recurso digital utilizado como apoyo para el proceso de aprendizaje y para el uso de todos los actores en las distintas modalidades educativas, los mismos se destacan por su dinamicidad, interactividad y autonomía, y a su vez pueden ser distribuidos, reutilizados y consultados a través de la internet mediante los metadatos que describen sus propiedades, gestionan su almacenamiento y catalogan su empleo (Chiappe et al., 2007; Maldonado et al., 2015). Estos recursos pueden contener videos, animaciones, actividades didácticas, diagramas, audios, imágenes, entre otros, permitiendo que el aprendizaje sea más interactivo, entretenido, autónomo y motivante. Entre sus características destacan las siguientes:

- reutilización: capacidad de aplicación de los OA en diferentes contextos y espacios de aprendizaje, con la incorporación de distintos contenidos educativos.
- granularidad: capacidad de ensamblaje del OA en colecciones de mayor tamaño como lecciones, cursos, etc.
- durabilidad: vigencia en el tiempo de los materiales didácticos y programas informáticos sin la necesidad de nuevos diseños;
- accesibilidad: disposición de los OA para toda la comunidad educativa y flexible de usarse y adaptarse en múltiples contextos;
- interoperabilidad: intercambio de información con todas las plataformas tecnológicas, potenciando su distribución y recombinación.

- personalización: posibilidad de cambios y otras formas de contextualización de contenidos de los OA según las necesidades de los usuarios; y
- adaptabilidad: versatilidad del empleo de los OA en los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes (Callejas et al., 2011).

## **b) Uso e importancia de los OVA en la educación**

En cuanto a la aplicación de los OVA en la educación superior, se detallan algunos usos, en varios países, en el campo de las ciencias experimentales, entre ellos: para la enseñanza de los ciclos biogeoquímicos en estudiantes de Licenciatura en Biología a través de la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, Estudios de Caso, y Aprendizaje Basado en Proyectos (Andrade y Rojas, 2016); para el desarrollo de materiales didácticos en temas de programación y matemáticas mediante el Aprendizaje Móvil y el Aprendizaje Basado en Proyectos en estudiantes de ingeniería (Martínez et al., 2018; Prasetyani et al., 2019; Rodríguez y Morgado, 2016); y en temas relacionados a la calidad de varios OVA en ciencia y tecnología aplicados a la salud (Alonso et al., 2014; Alvarez et al., 2018; Parra-Esquivel et al., 2017).

En referencia a Ecuador, se abarcan estudios en el diseño y desarrollo de los OVA para la asignatura de geometría básica del Sistema Nacional de Nivelación y Admisión (Collantes, 2017); para la mejora del rendimiento académico en cálculo diferencial e integral de estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica (Sandoval, 2015); para la gamificación en la disciplina de matemática en alumnos de Tecnología Superior en Administración (Toyo, 2020); para el diseño de estrategias didácticas en la cátedras de mantenimiento y arquitectura de computadoras (D. Sánchez, 2018; Urrutia et al., 2015); y para la enseñanza de tópicos ambientales en la carrera de Mecánica Automotriz (Garay, 2017). Pese a la limitada aplicación de los OVA dentro de las instituciones de educación superior del país, así como su escaso abordamiento en el campo de las ciencias experimentales, son nulos los estudios que relacionan su empleo en la carrera de Biotecnología y sus ramas afines.

De manera general, el empleo de los OVA permite a los estudiantes orientarse hacia el trabajo autónomo y colaborativo, desarrollando habilidades de autogestión,

optimización de tiempo, y regulación de su rendimiento académico, a la vez que posibilita la interacción entre docentes-estudiantes por medio de las actividades didácticas aplicadas dentro de estos recursos; por su parte, en los docentes estimula el pensamiento crítico y desarrollo de habilidades tecnológicas, permitiéndoles hacer uso de múltiples herramientas para el desarrollo de contenidos, así como para proporcionar espacios para la difusión, intercambio, y publicación de materiales disponibles para toda la comunidad educativa (Andrade y Rojas, 2016).

Es así que los OVA son útiles para el logro de una educación más innovadora, en donde el proceso de enseñanza – aprendizaje se torna más dinámico e interactivo, promoviendo en el estudiante el deseo de aprender y poner en práctica lo aprendido, además de fortalecer las competencias básicas para su formación profesional, sin embargo, antes de ser incorporados dentro del proceso educativo, es primordial que estos recursos cumplan con todos los requerimientos establecidos para la calidad de su diseño, facilidad de acceso, estructuración de contenidos, actividades didácticas y retroalimentación (Martínez et al., 2018), criterios que son abordados y considerados por las distintas metodologías de instrucción propuestas para su diseño.

### **c) Metodología y Herramientas para la creación de los OVA**

El diseño y creación de los OVA, involucra en un primer plano: elegir el tema en el que se va a trabajar, al igual que el nombre y logo para la identificación del recurso, mismo que contará, en un segundo lugar, con una guía de contenidos que abarque la temática en sí, ejemplos, actividades, evaluación, retroalimentación y metadatos (Arroyo y Canchila, 2021). Existen varios estudios centrados en el diseño de metodologías para el desarrollo de los OVA, los cuales en mayor parte sientan sus bases en principios socioconstructivistas (Andrade y Rojas, 2016), y que se resumen en cuatro fases principales para su diseño: *planteamiento*, en el cual se especifica el contexto educativo y se recolectan ideas y requerimientos para la creación del OVA; *diseño*, en el que se define el modelo y estrategias pedagógicas a usarse; *desarrollo*, en el que se involucran los contenidos didácticos, y guías de navegación; y *evaluación*, en donde realizan las pruebas internas, correcciones y validación del recurso.

Así también, es importante mencionar que para el diseño, desarrollo, producción y almacenamiento de los OVA es necesario tomar en cuenta el involucramiento de varias disciplinas, entre ellas (Maldonado et al., 2015):

- El diseño instruccional: en donde se guía al docente en el diseño de las estrategias de aprendizaje de acuerdo con los objetivos educativos planteados. Entre algunos modelos instruccionales se tienen: ADDIE, MEDEOVA, MIDOA, LOCOME, UBo, ISDOA, CROA, UAT, DICREVOA, entre otras.
- La informática: que provee los canales de comunicación y facilita los instrumentos para adaptar y convertir los contenidos a materiales digitales.
- La bibliotecología: encargada de catalogar el material digital, facilitando su posterior almacenamiento, localización y recuperación.
- La interacción humano-computador: la cual busca mejorar la interacción del usuario con el OVA, a fin de reforzar el estímulo que recibe el estudiante a través de éste para captar su atención y facilitar el intercambio de información.

Por otro lado, en cuanto a los sistemas usados para la creación de cualquier tipo de contenido digital educativo, y en este caso los OVA, existen herramientas de autor como: Jcllic, Constructor, eXe Learning, Ardora, Reload Editor, Xerte, entre otras (Tabla 5), sin embargo, para su uso es importante tomar en cuenta la metodología de diseño instruccional, las características de interacción, la interfaz, el formato, y su propósito educativo (Violini et al., 2017).

**Tabla 5.** Herramientas de autor para la creación de OVAs

Herramienta	Características	Desventajas	Licencia y Plataforma
<b>Ardora</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- es un software que genera software sobre el que se sustentan contenidos web.</li> <li>- no es necesario instalarlo en el ordenador.</li> <li>- se puede controlar los progresos y evaluar los ejercicios.</li> <li>- permite la carga de propiedades que serán metadatos.</li> <li>- empaquetamiento SCORM para actividades y paquetes de actividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mantiene fines estrictamente educativos, y no está permitida su descompilación en todo o en parte.</li> <li>- al ser descargada puede afectar con virus.</li> <li>- requiere la instalación de Java.</li> </ul>	<p>Licencia gratuita pero no de código abierto.</p> <p>Plataforma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Linux</li> <li>- Windows</li> </ul>

<b>eXeLearning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- es un software libre y abierto para crear contenidos educativos.</li> <li>- se puede catalogar los contenidos y publicarlos en diferentes formatos: sitios web; estándar para trabajar con LMS; página HTML; ePub3 (libro electrónico).</li> <li>- presenta diferentes diseños a elegir.</li> <li>- permiten la carga de metadatos contemplando estándares como: Dublin Core, LOM y LOM-ES.</li> <li>- empaquetamiento IMS CP SCORM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presenta algunos inconvenientes de diseño y funcionamiento que se van actualizando en los nuevos desarrollos.</li> </ul>	<p>Licencia libre, de código abierto. Licencia: GPL2</p> <p>Plataforma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Linux</li> <li>- Mac OS X</li> <li>- Windows</li> </ul>
<b>Reload Editor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- herramienta libre que permite construir y editar contenidos en SCORM desde cero o desde plantillas.</li> <li>- Es un empaquetador de contenidos y un editor de metadatos.</li> <li>- permiten realizar la carga de metadatos contemplando estándares como: IMS MD y LOM</li> <li>- Empaquetamiento IMS CP SCORM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- requiere la instalación de Java.</li> <li>- esta herramienta puede descargarse desde diferentes puntos, pero la página oficial de la misma dejó de funcionar y se desconoce si el proyecto sigue en marcha.</li> </ul>	<p>Licencia libre, bajo licencia: MIT Open Source</p> <p>Multiplataforma</p>
<b>Xerte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- software gratuito de alta calidad, permite construir una comunidad global de usuarios.</li> <li>- permite la creación de contenido interactivo para crear OA basados en la web, sin necesidad de bases en programación.</li> <li>- permite la carga de propiedades, que serán metadatos.</li> <li>- Empaquetamiento SCORM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la versión más reciente de Xerte se basa en que los usuarios comprendan cómo utilizar las herramientas de accesibilidad de los navegadores modernos.</li> </ul>	<p>Licencia libre, bajo licencia: GPL</p> <p>Plataforma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Windows</li> </ul>

**Elaborado por:** El autor (2023).

**Fuente:** Adaptado de Violini y Sanz (2016).

#### **d) Exelearning**

El proyecto eXelearning, nacido en el año 2007 en colaboración con la Comisión de Educación Superior del Gobierno de Nueva Zelanda, la Universidad Tecnológica de Auckland y la Universidad Politécnica de Tairawhiti (Arroyo y Canchila, 2021), es una herramienta de autoría y de código abierto (open source) que facilita la creación de contenidos educativos sin necesidad de ser experto en lenguajes de programación. Se trata de una aplicación multiplataforma que permite la utilización de árboles de contenido, elementos multimedia, y actividades interactivas de autoevaluación, cuyo contenido



generado es fácil de exportar a múltiples formatos, entre ellos: HTML, SCORM, IMS, etc., pudiéndose usar en el aula a través del propio entorno virtual del centro educativo, o bien, desde la propia red (Mussoi et al., 2011).

En base a lo anterior, los formatos IMS y SCORM permiten la inserción de los contenidos en entornos de aprendizaje virtual como Moodle, sin necesidad de desempaquetarlos, a diferencia de la exportación en formato HTML en donde el archivo generado debe ser descomprimido. De esta manera, dentro de este formato digital, el profesor puede insertar texto, imágenes, sonidos, vídeos, actividades sencillas y animaciones, formándose automáticamente una tabla de contenido que se enlaza con todas las páginas (Prasetyani et al., 2019), dinamizando así la creación de materiales didácticos que facilitan el proceso de enseñanza – aprendizaje (Jaramillo et al., 2018).

#### ***2.1.4.4. Competencias científicas en la educación***

De aquí desprenden categorías como las habilidades investigativas, las cuales son pilares de conocimiento que generan nuevos constructos y que son básicas en cualquier carrera universitaria para la formación de futuros profesionales, con ellas se busca acercar al estudiante al mundo real, de una manera eficaz, para así resolver problemas construyendo significados, contrastándolos y creando vínculos para comprobar hechos o ideas, los cuales, sin duda, apoyan al desarrollo individual, social y contextual de los participantes (Yon, 2020). Para potenciar dichas habilidades en los alumnos, es importante utilizar vías atractivas y novedosas que motiven al aprendizaje y el desempeño científico en la educación, siendo así las TIC y las metodologías activas de aprendizaje herramientas innovadoras para dicho fin.

En el siglo XXI, se requiere que el aprendizaje sea llevado a cabo a través de un enfoque científico, en donde se fomente capacidades como el conocimiento en sí, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación y la colaboración (Prasetyani et al., 2019). El modelo de aprendizaje basado en proyectos, al ser una metodología centrada en el estudiante, permite a los mismos realizar actividades de aprendizaje científico como el hacer preguntas, observar, investigar o experimentar, razonar y establecer relaciones con otros para obtener datos o información (Rokhima et al., 2019), actividades que sin duda promueven las habilidades investigativas y la calidad educativa de una institución.

## 2.2. Marco legal

El presente trabajo investigativo se fundamenta legalmente en la Constitución de la República del Ecuador, Título VII Régimen del Buen Vivir, Sección Primera de Educación, Art. 343 y Art. 347, en donde se señalan, respectivamente, que: “el sistema nacional de educación tendrá como finalidad el desarrollo de capacidades y potencialidades individuales y colectivas de la población, que posibiliten el aprendizaje, y la generación y utilización de conocimientos, técnicas, saberes, artes y cultura”, “será responsabilidad del estado: incorporar las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales”. Por su parte, el sistema de educación superior, al estar articulado al sistema nacional de educación y al Plan Nacional de Desarrollo, “tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas...” (Art. 350 y Art. 351).

Así también, en la Sección Octava de Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, el Art. 387, numeral 2 y 3, manifiestan que será responsabilidad del estado promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales..., así como asegurar la difusión y acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos... De igual manera, en la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), Título I Ámbito, objeto, fines y principios del Sistema de Educación Superior, en su Art. 8, literal a), expone “serán fines de la educación superior: aportar al desarrollo del pensamiento universal, al despliegue de la producción científica y a la promoción de las transferencias e innovaciones tecnológicas; y el Art. 13, literal ñ), que menciona como funciones del sistema de Educación Superior el “brindar niveles óptimos de calidad en la formación y en la investigación”.

Dentro de este contexto, la inclusión de las tecnologías en la educación superior brinda la accesibilidad a un sin número de herramientas digitales que, bajo un adecuado enfoque pedagógico, facilitan la práctica docente en aras de promover el aprendizaje activo, participativo y colaborativo de los estudiantes, desarrollando en ellos el pensamiento crítico, reflexivo y científico, habilidades que sin duda construyen nuevos

escenarios de autonomía, identidad digital e innovación educativa en el país, aportando así también al cumplimiento de las metas propuestas por el Plan Nacional de Desarrollo, las cuales son el impulsar la transformación del sistema de Educación Superior mejorando principalmente su calidad, y fortalecer el papel docente a través del desarrollo de competencias y habilidades que favorezcan los procesos de aprendizaje.

Además, esta investigación se ampara bajo el Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica del Norte (UTN), en su Art. 6, en la que se detallan los objetivos de la Universidad, siendo uno de ellos el “generar, fomentar y ejecutar procesos de investigación, de transferencia de saberes, de conocimientos científicos, tecnológicos y de innovación”. Por esta razón, su propuesta y desarrollo se suscriben a la Línea de investigación de “Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas” de la UTN, aprobado bajo resolución Nro. 001-073-CEAACES-2013-13, el cual a su vez persigue los objetivos y metas del Plan Nacional de Desarrollo 2021 – 2025, en su sección Eje Social, cuyo objetivo No. 7 señala: “Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

Es así que bajo esta normativa, se ha considerado a la innovación educativa integrando las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el empleo de estrategias pedagógicas basadas en metodologías de aprendizaje activo, siendo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) uno de ellos, como instrumentos para fomentar la investigación en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología en la UTN, así como para promover el desarrollo de competencias digitales en los docentes, corroborando así a la mejora de la calidad educativa de la Universidad.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Descripción del área de estudio / grupo de estudio

El presente estudio se desarrolló en la carrera de Ingeniería en Biotecnología de la UTN, ubicada en la ciudad de Ibarra (Figura 6), provincia de Imbabura; y a su vez, estuvo dirigido hacia los principales actores educativos, docentes y estudiantes, de varias asignaturas formativas en el perfil profesional e investigativo de los educandos, entre ellas: Microbiología I y II, Biología molecular II, Biotecnología farmacéutica, Biotecnología vegetal, Biotecnología ambiental, Biotecnología animal y Biotecnología industrial, distribuidas entre los niveles cuarto a octavo de la malla curricular.



**Figura 6.** Localización de la Universidad Técnica del Norte (UTN).

**Fuente:** Google Maps (2023).

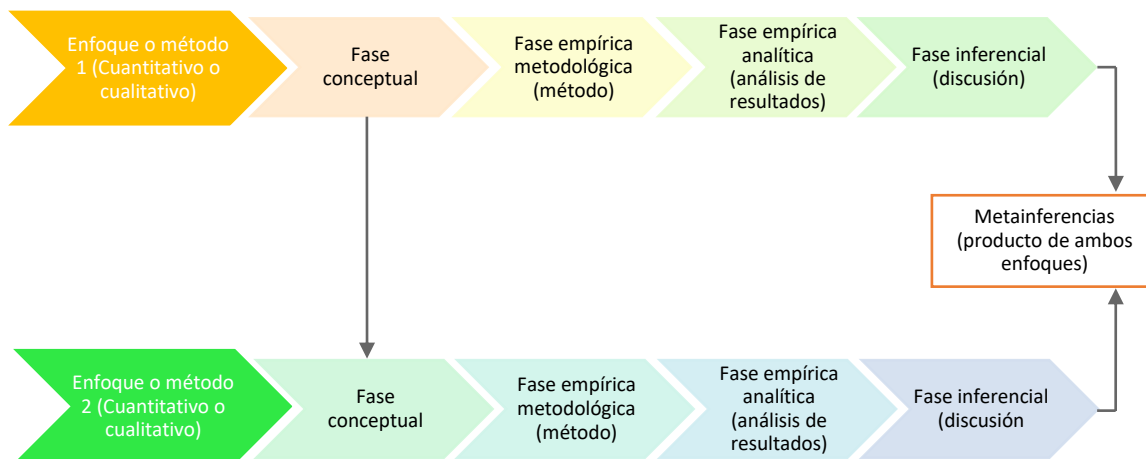
La UTN es una de las principales instituciones de Educación Superior del Ecuador, creada el 18 de julio de 1986 por decreto legislativo del antiguo Congreso Nacional. Actualmente oferta 50 carreras universitarias de pregrado y 30 programas de posgrado, entre ellas, la carrera de Ingeniería en Biotecnología, creada bajo resolución 117-HCU-UTN del 28 de junio 2011, ha sido estructurada con la finalidad de formar profesionales con capacidad creativa e innovadora para promover el aprovechamiento de los recursos naturales, con potencial biotecnológico, en beneficio del mejoramiento de la calidad de vida, del ambiente y el mantenimiento de los recursos genéticos que promueven y aseguran la biodiversidad del país.

### **3.2. Enfoque y tipo de investigación**

Este trabajo investigativo se enmarcó bajo el uso de un enfoque mixto, ya que se buscó analizar las opiniones de los docentes en cuanto a las metodologías y estrategias EA usadas en el aula, la experiencia en el desarrollo y gestión de proyectos educativos, así como conocer la percepción que tienen sobre las habilidades investigativas con las que los estudiantes cuentan, y que desarrollarán posterior a la aplicación de la estrategia pedagógica planteada, haciendo referencia, con ello, al paradigma cualitativo del enfoque. Cerrón (2019) y Guerrero (2016) manifiestan que la investigación cualitativa permite comprender y profundizar los fenómenos en estudio, así como proponer mejoras continuas y soluciones a problemas sociales emergentes, analizándolos desde la opinión y perspectiva de los participantes en relación con su entorno y percepción subjetiva de la realidad.

En cuanto al paradigma cuantitativo, este se vio reflejado exclusivamente en la medición de datos y análisis estadísticos obtenidos de los distintos instrumentos de recogida de información usados, tanto en los docentes como estudiantes, así como de los posteriores registros de la aplicación y evaluación de la propuesta pedagógica. El uso de este enfoque permite hacer planteamientos de problemas de estudio delimitados, sobre asuntos observables, medibles y replicables, para así ser verificados y analizados a través de pruebas empíricas y técnicas estadísticas, estableciendo finalmente conclusiones en relación a los planteamientos realizados y de esta manera aportar a la generación del conocimiento (D'olivares y Casteblanco, 2015; Rivadeneira, 2017).

La combinación de ambos enfoques, bajo un modelo mixto, permitió el análisis y la conjunción de los datos e información para la posterior elaboración de la propuesta pedagógica (CAPÍTULO V), para ello, el diseño mixto de la investigación se estructuró bajo un proceso concurrente de tipo exploratorio (Figura 7), en el que simultáneamente se recopilaban y analizaban los datos cualitativos (a través de entrevistas) y los datos cuantitativos (a través de encuestas), seguidos de un análisis inferencial de tipo correlacional, ambos útiles para la exploración amplia y profunda de un fenómeno y la posterior expansión de los resultados (Bertomeu y Ramirez, 2017), corroborando así al logro de los objetivos de la investigación.



**Figura 7.** Proceso de los diseños mixtos concurrentes.

**Fuente:** Adaptado de Hernández et al. (2014).

Estudios sobre el empleo de modelos mixtos, en el marco de la innovación educativa, concluyen en que estos enfoques permiten una visión más profunda y holística del objeto de estudio, abordando también una orientación empírica y crítica, mejorando con ello la interdisciplinariedad de la investigación, promoviendo así un incremento y alto rigor académico en el número de publicaciones que relacionan la tecnología digital con la educación (Ramírez-Montoya y Lugo-Ocando, 2020).

En referencia al tipo de investigación, ésta se enmarcó bajo el modelo descriptivo – exploratorio, buscando detallar cualidades y opiniones de los estudiantes y docentes, antes y después del diseño de la estrategia pedagógica propuesta, la cual se fundamentó en la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) mediado por el uso de la herramienta Exelearning, como instrumentos para promover el desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes. Además, en esta investigación se dio un alcance inferencial a través de la triangulación de los datos recolectados, analizando el grado de relación entre las variables de estudio, entre ellas: estrategias pedagógicas, experiencia en el desarrollo y gestión de proyectos educativos, uso de TIC en el proceso EA, y habilidades investigativas de los estudiantes. Hernández-Sampieri *et al.* (2014) menciona que la triangulación sirve para confirmar la corroboración estructural y la adecuación referencial de un estudio, estableciendo dependencia y credibilidad en la investigación.

Por otro lado, en cuanto al desarrollo del proceso investigativo se recurrieron a los siguientes métodos:

Método Inductivo: el cual se fundamenta en el estudio de hechos o prácticas particulares para concluir y llegar a los principios generales (Prieto, 2017). Este método se utilizó para observar, registrar los hechos y como resultado diagnosticar las metodologías de enseñanza – aprendizaje (EA) y recursos pedagógicos y digitales, utilizados por los docentes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, adecuados para el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes.

Método Deductivo: que basa sus cimientos en el estudio y análisis de los principios generales para ser aplicados y validados en contextos particulares (Prieto, 2017); su aplicación posibilitó el análisis de la información recabada de los estudiantes sobre el uso de las TIC en su aprendizaje y su habilidad en la propuesta y desarrollo de proyectos investigativos, para el posterior diseño de la estrategia pedagógica basada en el ABP como táctica metodológica para la formación investigativa de los estudiantes.

Método Sintético - Analítico: la síntesis permite recopilar la información y estructurarlo como un todo, mientras que el análisis distingue las partes de un todo revisando por separado cada elemento (Maya, 2014); ambos se complementan uno con el otro para construir las bases de un problema de estudio, el cual derivó en las debilidades en la producción científica de los estudiantes a nivel del país, tomando como base investigaciones previas realizadas. Por otro lado, también permitió el análisis de los resultados obtenidos, y su conjunción para el diseño de la estrategia pedagógica propuesta, estableciendo convergencias y divergencias para la obtención de conclusiones.

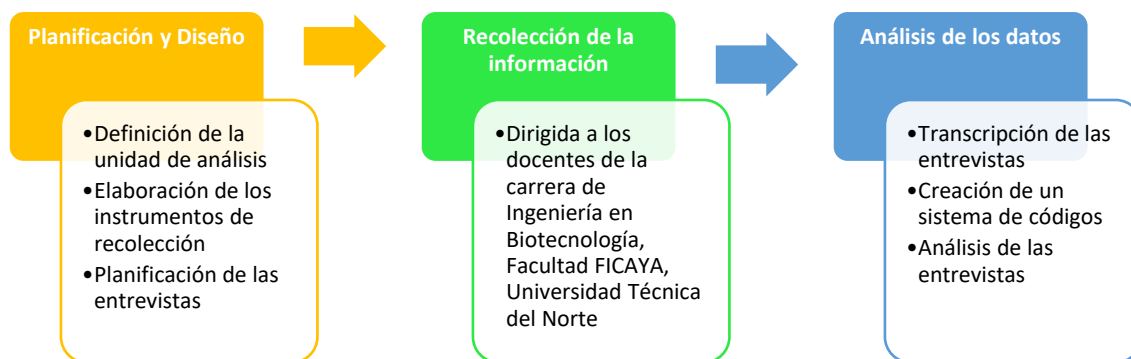
### **3.3. Procedimientos**

La metodología del presente trabajo se ejecutó por fases, de acuerdo con las preguntas de investigación y objetivos específicos planteados.

#### **3.3.1. Fase I: Metodologías EA utilizadas por los docentes**

En esta etapa se identificó las metodologías EA y estrategias pedagógicas usadas por los docentes en el aula, a través de un estudio de campo apoyado por entrevistas, cuya metodología se detalla en la Figura 8. Las entrevistas constituyen una técnica de

recolección de datos basadas en la interacción social, las cuales toman en cuenta las opiniones, experiencias y demás aspectos subjetivos de los participantes, permitiendo así una visión más profunda de la problemática en estudio (D'olivares y Casteblanco, 2015).



**Figura 8.** Pasos para la elaboración de un estudio de campo.

**Fuente:** Adaptado de Yin (2014).

### 3.3.1.1. *Planificación y diseño*

#### **a. Definición de la unidad de análisis**

En este apartado se describió la unidad de análisis en función a la pregunta de investigación propuesta para esta fase, la cual fue conocer ¿cuáles metodologías de EA abordadas por los docentes, tienen mayor percepción en el desarrollo cognitivo y construcción del conocimiento de los estudiantes? En este sentido, se seleccionó como unidad de análisis a las metodologías EA y estrategias pedagógicas usadas por los docentes, con la finalidad de identificar aquellas con mayor relevancia en la adquisición de competencias investigativas de los educandos.

#### **b. Elaboración de los instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos elaborados para el desarrollo de las entrevistas, así como la función de cada uno de ellos en el cuerpo del documento, se detallan a continuación:

- Carta de invitación (Anexo D): la cual contuvo un resumen breve de la investigación, los autores, a quien va dirigida, y los resultados esperados.



- Información para participantes (Anexo E): en la que se detallan preguntas y respuestas que pudieron haber sido cuestionados por los participantes.
- Formulario de consentimiento informado (Anexo F): en el cual el entrevistado declara haber recibido y estar de acuerdo con la información para participantes.
- Cuestionario: el cual abarcó un total de diez preguntas abiertas, organizadas en cuatro secciones (Tabla 6), y previamente validadas por expertos (Anexo G) antes de su aplicación.

**Tabla 6.** Preguntas de la entrevista.

Sección	Código	Pregunta
<b>Sección 1:</b> Estrategias pedagógicas usadas en el aula	PREG. 1	¿Cuál es el método de enseñanza que comúnmente usa para el desarrollo de sus clases presenciales? Descríbalo en pasos.
	PREG. 2	¿Qué herramientas digitales, sitios web, u otros recursos didácticos utiliza para la planificación de sus clases y/o para el desarrollo de actividades didácticas en el aula? Detalle cuáles y para qué los usa.
	PREG. 3	¿Los trabajos académicos que usted desarrolla en el aula son enfocados solo a la comprensión de los contenidos, o constituyen la base para futuros proyectos investigativos? Justifique su respuesta.
	PREG. 4	¿En relación a la comprensión de los contenidos educativos y desarrollo de trabajos académicos por parte de los estudiantes, qué problemas frecuentes ha observado en los mismos?
<b>Sección 2:</b> Experiencia en el desarrollo de proyectos educativos	PREG. 5	En su práctica docente, ¿ha usado la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)? ¿Cómo la aplica en el aula?
	PREG. 6	Durante su trayectoria académica y profesional, alrededor de ¿cuántos trabajos de titulación ha dirigido y cuál ha sido la principal línea de investigación de estos?
<b>Sección 3:</b> Gestión de proyectos investigativos	PREG. 7	En relación a los trabajos antes mencionados ¿Cómo usted gestiona los procesos de: planificación, comunicación, dirección, control y seguimiento necesarios para su correcto desarrollo?
	PREG. 8	Bajo su experiencia, ¿qué estrategias didácticas y herramientas digitales le han servido como instrumentos para promover la investigación en sus estudiantes?
<b>Sección 4:</b> Criterios finales	PREG. 9	Desde su perspectiva, ¿los estudiantes que cursan los últimos niveles y que se encuentran realizando sus trabajos de titulación, cuentan con todas las habilidades investigativas pertinentes?
	PREG. 10	¿Con respecto al Aprendizaje Basado en Proyectos, qué recomendaría para mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje y promover las habilidades investigativas en el aula?

### c. Planificación de las entrevistas

Para esta actividad se realizó en primer lugar la entrega, vía correo electrónico, de la carta de invitación, la información para los participantes y el formulario de consentimiento informado, dirigidos a un total de seis docentes de las asignaturas antes mencionadas (Tabla 7). Luego de obtener el consentimiento autorizado por los participantes respectivos, se procedió a realizar la entrevista de forma escrita y en formato digital por cuestiones de disponibilidad, tiempo y ubicación de la población en estudio.

**Tabla 7.** Participantes de la entrevista

Código	Género	Edad	Grado de formación	Asignatura	Carga horaria	Nivel curricular
PART1	♀	38	Maestría	Microbiología I	5h sem	4° nivel
PART2	♂	38	Maestría	Biología molecular II	5h sem	5° nivel
				Microbiología II	5h sem	5° nivel
PART3	♀	32	Maestría	Biotechnología Farmacéutica	5h sem	6° nivel
				Biotechnología animal y humana	5h sem	7° nivel
PART4	♀	39	Maestría	Biotechnología ambiental	6h sem	7° nivel
PART5	♀	40	Doctorado	Biotechnología vegetal	6h sem	7° nivel
PART6	♂	38	Maestría	Biotechnología industrial	6h sem	8° nivel

**Fuente:** El autor (2023).

#### 3.3.1.2. Recolección de la información

La recolección de datos de la entrevista, se la realizó a través de un cuestionario en Microsoft Forms (Anexo H), con una duración aproximada de 40 min, en donde la información ha sido codificada y registrada, posteriormente, en una matriz de Excel para su respectivo análisis, interpretación y respaldo de la investigación. Además, en conjunto se realizó el registro de datos con la formación académica del docente, la universidad de formación, el género, la edad, el uso de las TIC y la propuesta investigativa de los mismos.

#### 3.3.1.3. Análisis de los datos

La información recabada fue transcrita, importada y codificada en la herramienta MAXQDA, v.2022, plataforma que presenta una interfaz amigable y funcionalidades

completas en la visualización, codificación y segmentación para el análisis de textos cualitativos, así como para su posterior integración con los datos cuantitativos en estudios de investigación mixta (Rädiker y Kuckartz, 2020). Para esto, fue necesario establecer las secciones en las que se clasificó la entrevista, organizando el contenido de una manera clara y ordenada, seguido de la agrupación de etiquetas en relación con la unidad de análisis propuesta (Figura 9), dando como resultado un sistema de códigos y subcódigos (CAPÍTULO IV) para un análisis más completo y detallado.

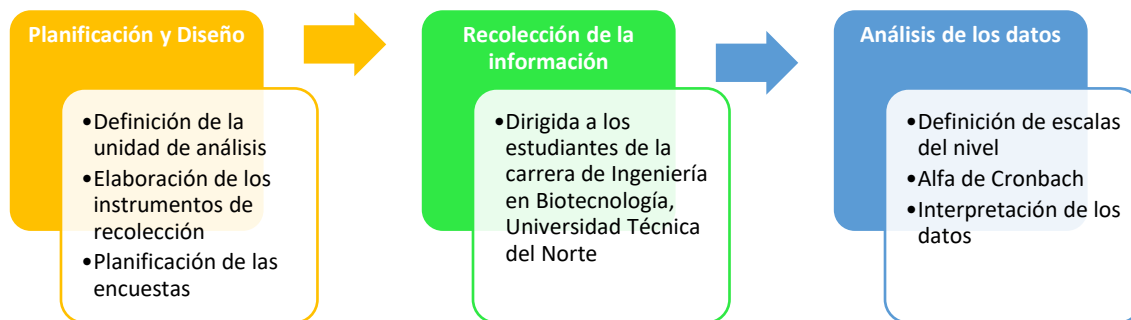
Código	157
• Sistema de códigos	157
• Estrategias pedagógicas	0
> • Método de enseñanza	27
> • Herramientas y recursos didácticos	17
> • Trabajos académicos	7
• Aprendizaje basado en proyectos	0
> • Beneficios	2
> • Aplicación	9
• Gestión de proyectos	0
> • Experiencia y Dirección	6
> • Planificación	6
> • Control y seguimiento	8
> • Estrategias para la investigación	32
• Dificultades	0
> • Aprendizaje de contenidos	12
> • Habilidades investigativas	15
• Recomendaciones	0
> • Proceso de enseñanza bajo el ABP	8
> • Promoción de habilidades investigativas	8
• Conjuntos	0

*Figura 9.* Agrupación de etiquetas en MAXQDA.

Fuente: MAXQDA (2023).

### 3.3.2. Fase II: Percepción de los estudiantes sobre las metodologías EA usadas por los docentes en el aula

El grado de percepción y satisfacción que los alumnos tienen en torno a la pedagogía usada por el docente en las clases, fue evaluada a través del empleo de encuestas (Figura 10), mismas en las que se midieron, también, el grado de competencias investigativas que los estudiantes presentaron tras su aprobación a las asignaturas en cuestión. Hernández et al. (2014) mencionan que las encuestas son consideradas como un diseño o método de investigación que, generalmente, usan cuestionarios para la recolección de información sobre hechos estudiados en poblaciones (muestras), y cuyo análisis estadístico permite verificar, aprobar o rechazar las relaciones entre las variables definidas operacionalmente (Rivadeneira, 2017).



**Figura 10.** Pasos para la elaboración de encuestas.

**Fuente:** Adaptado de Yin (2014).

### 3.3.2.1. Planificación y diseño

#### a. Definición de la unidad de análisis

En esta fase del estudio, las preguntas de investigación propuestas fueron el determinar ¿qué relación tienen las metodologías EA empleadas, por los docentes, en la ejecución y desarrollo de proyectos investigativos de los estudiantes? y ¿cómo el uso de las TIC influye en la capacidad resolutoria de problemas y desarrollo de dichos proyectos? Es así que la unidad de análisis evaluada fue, por un lado, el nivel de satisfacción de los estudiantes por las metodologías EA usadas por el docente; y, por otro, el empleo de las TIC en el desarrollo de habilidades investigativas, esto con el objetivo de establecer una relación entre las metodologías y estrategias pedagógicas usadas en el aula con la adquisición de habilidades o competencias investigativas de los estudiantes, lo cual sirvió a su vez como base para el diseño de la propuesta pedagógica (CAPÍTULO V).

#### b. Elaboración de los instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos elaborados para el desarrollo de las encuestas, así como la función de cada uno de ellos en el cuerpo del documento, se detallan a continuación:

- Carta de invitación (Anexo D).
- Cuestionario: el cual se conformó de dos partes, la primera en relación con los datos sociodemográficos de los participantes (edad, género, estado civil, matrícula); y la segunda en referencia a las preguntas planteadas, siendo un total

de veinte y cinco ítems de tipo estructuradas (cerradas), previamente validadas por expertos antes de su ejecución (Anexo I), y enmarcadas bajo tres variables diferentes (Tabla 8):

1. Metodología EA del docente: basadas en el cuestionario DELES adaptado y elaborado por Ferrer-Cascales *et al.* (2010); y al cuestionario CEMEDEPU propuesto por Gargallo *et al.* (2011);
2. Las TIC en el proceso EA: tomando como base el cuestionario REATIC elaborado por Moya *et al.* (2011); y
3. Habilidades investigativas: en base a los cuestionarios elaborados por Mesa-Cartagena (2011) y Santiago-Trujillo (2020).

**Tabla 8.** Variables, dimensiones e indicadores de la encuesta.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Metodología EA del docente	Apoyo del profesorado	Comprensión de los contenidos	1. ¿El docente organizó los conocimientos y los presentó de modo comprensible?
		Retroalimentación	2. ¿El docente le proporcionó retroalimentación sobre sus tareas y evaluaciones realizadas?
	Presentación de contenidos	Recursos didácticos	3. ¿El docente usó variedad de recursos en clase (audiovisuales, diapositivas, juegos, etc.) que facilitaron el estudio de los contenidos?
	Interacción de estudiantes	Trabajo en grupo	4. ¿En esta asignatura, el trabajo grupal fue parte de las actividades académicas?
	Aprendizaje real y activo	Casos y ejemplos reales	5. ¿En esta asignatura, el profesor utilizó casos reales en las actividades de clase (enseñanza de los contenidos, trabajos, lecciones, etc.)?
		Práctica de los contenidos	6. ¿Las prácticas de laboratorio fueron integradas en la asignatura y guardan relación con la teoría enseñada por el docente?
	Relevancia personal	Autonomía	7. ¿Fue capaz de abordar, autónomamente, los temas y contenidos que le interesaron?
		Dificultad de los contenidos	8. ¿Los contenidos educativos impartidos por el docente, fueron fáciles de sobrellevar?
	Grado de satisfacción	Percepción de la metodología EA	9. ¿De manera general, la metodología de enseñanza del profesor fue estimulante en su proceso de aprendizaje?

TIC en el proceso EA	Uso	Softwares educativos	10. ¿Usted participó en el uso de programas para la enseñanza-aprendizaje de contenidos (Kahoot, EducaPlay, Quizizz, Google classroom, entre otros)
		Presentaciones	11. ¿Usted usó programas para presentación de contenidos y exposiciones (Canva, Genially, Prezi, Power Point, entre otros)?
		Interacción	12. ¿Usted manejó programas de interrelación personal (Whatsapp, Teams, Messenger, Correo electrónico, Facebook, entre otros)?
		Participación	13. ¿En la asignatura, participó de portales web de opinión como blogs, chats, foros?
		Búsqueda de información	14. ¿Empleó motores de búsqueda académicos (Google Scholar, Scopus, PubMed, etc.)?
Relevancia personal		Importancia	15. ¿Las TIC fueron de gran importancia en su formación y mejora de resultados académicos?
		Dificultades	16. ¿El uso de las TIC causó confusión y distracción en su proceso de aprendizaje?
Habilidades investigativas	Planificación	Planteamiento del problema	17. ¿Logró interpretar y explicar la realidad problemática que se planteó a investigar?
		Objetivos	18. ¿Propuso objetivos congruentes con las preguntas y el problema de investigación?
		Cronograma	19. ¿Elaboró un cronograma para organizar las actividades relacionadas a la investigación?
	Ejecución	Búsqueda y recolección de información	20. ¿Tuvo facilidad para buscar, recolectar, procesar y analizar la información y datos en la investigación?
		Coordinación	21. ¿Le resultó fácil coordinar su trabajo con otras personas del grupo de investigación?
		Interpretación	22. ¿Interpretó adecuadamente gráficos y tablas estadísticas con facilidad?
	Publicación	Conclusiones	23. ¿Consideró que la redacción de las conclusiones es en función a los objetivos?
		Presentación	24. ¿Para la redacción del informe final tomó en cuenta las normas APA y estructura del trabajo investigativo?
		Sistematización	25. ¿Articula los conocimientos con facilidad para elaborar informes y presentaciones de los resultados de su estudio?

**Fuente:** El autor (2023).

La totalidad de preguntas fueron valoradas por los estudiantes mediante una escala de Likert con cinco opciones de respuesta: 1. Totalmente desacuerdo; 2. En desacuerdo; 3. Neutro; 4. De acuerdo; 5. Totalmente de acuerdo. Previo a su aplicación, se realizó una prueba piloto a una pequeña muestra de 5 estudiantes (Tabla 9), cuyos análisis estadísticos fueron analizados bajo el coeficiente Alfa de Cronbach del cual se estima que un valor igual o superior a 0.70 asegura un instrumento válido y coherente (Sánchez H., 2007).

**Tabla 9.** Muestra de estudiantes para el Alfa de Cronbach.

N.º	ITEMS																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
E1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E3	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	5	5	4	3	4	4	4	5	4
E4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
E5	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	3	3	4	3	4	5	4

### c. Planificación de las encuestas

Para ello se realizó la previa entrega de la carta de invitación dirigida al coordinador de la carrera de Ing. en Biotecnología, para su respectiva autorización en la recolección de datos a través de la encuesta, misma que estuvo dirigida a un total de 70 estudiantes, del semestre 2022.1 – 2022.2, distribuidos entre los niveles cuarto y octavo de la malla curricular y que a su vez aprobaron las asignaturas en cuestión (Tabla 10).

**Tabla 10.** Participantes de la encuesta.

Asignatura	Nivel curricular	Carga horaria	Participantes	Edad	Género	
					♂	♀
Microbiología I	4º nivel	5h sem	14	21,9 años	5	9
Biología molecular II	5º nivel	5h sem	14	22,9 años	3	11
Microbiología II	5º nivel	5h sem	12	22,8 años	1	11
Biotecnología Farmacéutica	6º nivel	5h sem	6	24,8 años	3	3
Biotecnología animal y humana	7º nivel	5h sem	5	24 años	4	1
Biotecnología ambiental	7º nivel	6h sem	5	24 años	4	1
Biotecnología vegetal	7º nivel	6h sem	6	24,8 años	5	0
Biotecnología industrial	8º nivel	6h sem	8	24 años	5	3

**Fuente:** El autor (2023).

### 3.3.2.2. Recolección de la información

La recolección de datos se la realizó a través de un cuestionario en Microsoft Forms (Anexo J), con una duración aproximada de 10 min, aplicado a todos los estudiantes de la muestra antes descritos (Tabla 10), siendo esta de tipo no probabilístico, puesto que el instrumento se lo aplicó a poblaciones pequeñas de individuos por asignatura. Dicha información fue registrada en una matriz Excel para su respectivo análisis, interpretación y respaldo de la investigación.

### 3.3.2.3. Análisis de la información

Para el análisis global de la información, se definieron las escalas de valoración en función a la puntuación mínima y máxima de los encuestados, tomando en cuenta el número de ítems analizados (25) y la escala de Likert (1 - 5), siendo 25 y 125 los valores respectivos, a partir de los cuales se clasificaron a los datos de acuerdo a tres niveles de organización: malo, regular y bueno (Tabla 11), buscando determinar el nivel de satisfacción de los estudiantes de cada asignatura en relación con las variables de estudio.

**Tabla 11.** Niveles de valoración para el análisis global de las encuestas.

Nivel	Rango	
	Mín	Max
Malo	25	58
Regular	59	92
Bueno	93	126

Por su parte, con respecto a la fiabilidad de los datos resultantes del presente instrumento, el Alfa de Cronbach obtenido de la muestra de 5 estudiantes fue del 0,94 (

Tabla 12), demostrando así una excelente confiabilidad de todo el instrumento.

**Tabla 12.** Alfa de Cronbach del instrumento.

$\alpha$	coeficiente de confiabilidad	0,94
$K$	n° de ítems del instrumento	25
$\Sigma Si^2$	sumatoria de varianzas de los ítems	8,56
$St^2$	varianza total del instrumento	90,56
$n$	muestra de estudiantes	5

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\Sigma Si^2}{St^2} \right]$$



### **3.3.3. Fase III: Relación entre las metodologías EA y el grado de competencias investigativas de los estudiantes**

A través de la información recopilada y analizada en la Fase I y II, se procedió a realizar una triangulación de los datos de ambos instrumentos (entrevistas y encuestas), tomando como base las estrategias metodológicas y las TIC usadas por los docentes en el aula, y relacionándolas con el grado de adquisición de habilidades investigativas de los estudiantes durante el transcurso de la asignatura.

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla 21, Tabla 22 y Tabla 23), se seleccionaron aquellas estrategias pedagógicas que presentaron una mayor relación con el desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes, para posteriormente emplearlas en el diseño de la estrategia pedagógica enmarcados bajo el Aprendizaje Basado en Proyectos (CAPÍTULO V). En este sentido se evaluó también los resultados de aquellas asignaturas que presentaron un menor grado en el desarrollo de habilidades investigativas de los alumnos, a fin de orientar a los docentes en el uso de la estrategia pedagógica a ser propuesta en la siguiente fase.

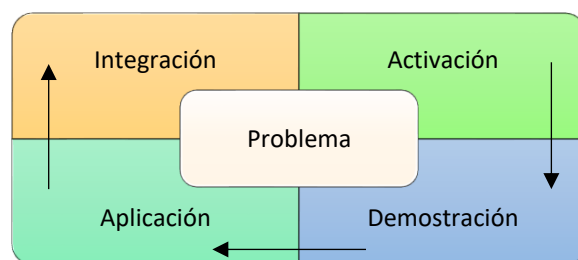
### **3.3.4. Fase IV: Diseño de estrategias pedagógicas enfocadas al ABP, mediante el empleo de la herramienta Exelearning**

Con base a los resultados de la Fase III, se diseñó una estrategia pedagógica (CAPÍTULO V) enmarcada bajo la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) mediante el empleo de la herramienta eXeLearning, la cual es una de las plataformas de software libre mejor valoradas, en parámetros calidad y eficacia, para la creación flexible de contenidos didácticos multimodales (Battistella y Von Wangenheim, 2011). Para ello, se analizó el syllabus de la asignatura seleccionada y se procedió a elaborar los contenidos teóricos de la unidad temática a desarrollar, tomando en cuenta el tiempo destinado para su ejecución, así como el planteamiento en conjunto de estrategias pedagógicas para la consolidación del aprendizaje y el desarrollo las propuestas investigativas por parte de los estudiantes, en donde los estudiantes trabajarán de forma grupal y colaborativamente en el desarrollo de un proyecto final de unidad, a medida que van avanzando en sus contenidos teórico – prácticos.

Olea *et al.* (2019) menciona a las siguientes etapas dentro de la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos:

- Etapa 1: Reconocimiento, identificación e investigación de una situación o problema ligado al contenido temático de la asignatura. En esta etapa se formulan preguntas generadoras y a su vez se conforman los equipos de trabajo.
- Etapa 2: Definición de los objetivos y planificación del proyecto. Se establece además las actividades necesarias para el cumplimiento de dichos objetivos.
- Etapa 3: Desarrollo e implementación del proyecto, la cual exige un mayor seguimiento y apoyo por parte del docente.
- Etapa 4: Presentación y evaluación de los resultados. Se integra además la autoevaluación y evaluación por pares.

Por su parte, en lo que respecta a la herramienta eXeLearning, v2.8, ésta se utilizó para estructurar los contenidos teórico – prácticos de la asignatura, dentro de un objeto virtual de aprendizaje (OVA), para ello existen varios modelos de diseño instruccional propuestos para su organización dependiendo del enfoque y la teoría del aprendizaje en el que se fundamenta dicho recurso, siendo el modelo de Merrill (2002) el idóneo para trabajar junto a la metodología del ABP, ya que en este se manifiesta que el aprendizaje se promueve cuando los estudiantes se dedican a resolver problemas del mundo real apoyados por 4 principios fundamentales sobre los cuales se sustenta su desarrollo (Figura 11), y mismos que comparten similitud con los enfoques de varias teorías y modelos del aprendizaje moderno, entre ellas el ciclo STAR legacy de Vanderbilt, el modelo 4-MAT de McCarthy, métodos micro instruccionales de André, inteligencias múltiples de Gardner, teoría de la resolución colaborativa de problemas de Nelson, entornos de aprendizajes constructivistas de Jonassen y el método del aprender haciendo de Schank.



**Figura 11.** Principios del Modelo de Merrill

**Fuente:** Adaptado de Merrill (2002).

Dichos principios corresponden a la *activación* del aprendizaje en torno a conocimientos y habilidades previas; la *demonstración* de las habilidades a desarrollar a través de ejemplos relacionados al problema real; la *aplicación* de las habilidades y conocimiento recién adquiridos a la resolución de sus problemas; y finalmente la *integración* de los nuevos conocimientos a la vida cotidiana del participante (Espinoza, 2016). La descripción de cada uno de estos se las planteó en conjunta relación con el objetivo de aprendizaje de la unidad temática a trabajar y la metodología de enseñanza – aprendizaje propuesta, los cuales estuvieron enfocados al accionar del estudiante, como agente principal, en la construcción de sus propios conocimientos y en el desarrollo de las competencias contempladas (A. Fernández, 2015).

### **3.3.5. Fase V: Capacitación en el uso de la metodología ABP mediada por la herramienta Exelearning**

Para el uso de estrategias pedagógicas basadas en el ABP mediante la herramienta Exeleraning, se realizó una videoconferencia a través de la plataforma Teams con el coordinador de la carrera, dando a conocer el resultado final de la investigación y de la propuesta realizada, de igual manera se detalló la forma de implementación en el aula para fomentar las habilidades investigativas en los estudiantes, así como la posterior determinación del grado de satisfacción y eficacia de la propuesta a través del instrumento de evaluación COdA, antes de su utilización real (Fernández-Pampillón et al., 2012).

### **3.4. Consideraciones bioéticas**

La investigación se desarrolló considerando los principios bioéticos de beneficencia, no maleficencia y autonomía. La misma se llevó a cabo con la autorización explícita de las autoridades educativas de la institución, de los estudiantes y de los docentes de la Universidad Técnica del Norte de la carrera de Ingeniería en Biotecnología.

A los sujetos participantes de la investigación se les informó, de forma escrita, los aspectos más relevantes de la investigación: objetivos, procedimientos y propuesta. También, se tramitó todos los permisos respectivos para tener acceso a la comunidad educativa y se respetó el anonimato de los involucrados.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Metodologías EA utilizadas por los docentes

Los resultados de la entrevista aplicada a los docentes se los presenta en una matriz codificada (Tabla 13), a fin de agrupar el contenido relevante y aspectos importantes relacionados con la metodología EA y estrategias pedagógicas usadas para el desarrollo de contenidos y el alcance de competencias investigativas de los educandos, así también se puso énfasis en los problemas que tienen los estudiantes en la elaboración de trabajos académicos e investigativos, así como las principales recomendaciones que los docentes consideran para la implementación del ABP en el aula, lo cual sirvió como base para la propuesta pedagógica planteada en el CAPÍTULO V.

**Tabla 13.** Sistema de códigos resultante

Códigos	Subcódigos nivel 1	Subcódigos nivel 2
Estrategias pedagógicas	Método de enseñanza	
	Herramientas y recursos didácticos	
	Trabajos académicos	
	Beneficios	
Aprendizaje Basado en Proyectos	Aplicación	Estudio de fundamentos
		Planteamiento del tema
		Desarrollo del trabajo
		Proyectos integradores
Gestión de proyectos	Experiencia y Dirección	Comunicación híbrida
	Planificación	Guía del proyecto
		Fechas de entrega
		Revisión de avances
	Control y seguimiento	Registro de actividades
		Exposiciones y evaluaciones
		Estrategias para la investigación
Dificultades		
Recomendaciones		

Para la comprensión de dicha matriz, se analizó la información organizada previamente, en relación con el sistema de códigos resultante, seleccionando aquellos fragmentos de texto relevantes para la descripción de los resultados (Figura 12).

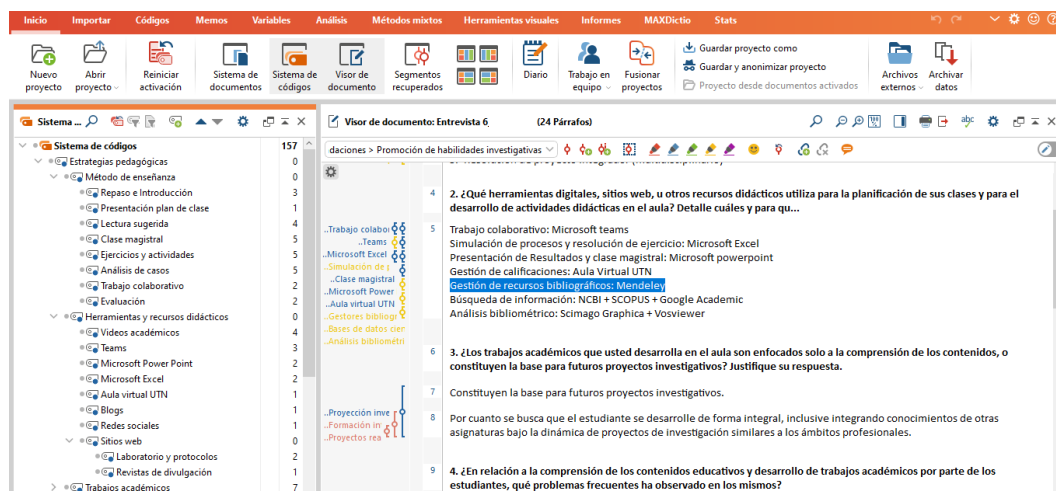


Figura 12. Análisis de la información en MAXQDA.

#### 4.1.1. Estrategias pedagógicas

##### a. Método de enseñanza

En relación con la metodología EA empleada por los docentes en el aula, la mayor parte de los entrevistados cimentan su práctica con el apoyo de clases magistrales, realización de ejercicios y actividades, y análisis de casos, haciendo con ello referencia al empleo de metodologías activas, en donde la totalidad de participantes manifestó hacer uso del ABP a través del desarrollo de proyectos integradores propuestos para cada nivel curricular. Cabe mencionar que previo a esta práctica, la mitad de los entrevistados mencionan, además, realizar un repaso y refuerzo de los temas tratados con anterioridad, así como el compartimiento de documentos sugeridos para la introducción a los nuevos temas, lo cual caracteriza sin duda al *flipped classroom*, en donde la asimilación de contenidos teóricos se trasladan fuera del aula para liberar tiempo presencial que puede ser aprovechado para actividades de aprendizaje más complejas y experiencias de enseñanza más significativas (Aguado-Moralejo, 2021). En este sentido el PART1 expuso: “cuando las clases son de más de dos horas se realiza talleres dentro del aula con el fin de desarrollar o resolver casos prácticos para el refuerzo del aprendizaje. Para esto el estudiante debe revisar el material audiovisual y académico dado”.

### ***b. Herramientas y Recursos didácticos***

Dentro de las herramientas digitales usadas para la planificación de las clases y desarrollo de actividades didácticas, la mayor parte de los entrevistados hace uso de las aplicaciones de Microsoft Office, destacando, en orden de frecuencia, aplicaciones como *Teams* para la organización de las clases, actividades y el trabajo colaborativo; *Excel* para la simulación de procesos y resolución de ejercicios; y *PowerPoint* para el desarrollo de las charlas magistrales y presentación de resultados. Por su parte, en lo que refiere a los recursos didácticos empleados, estos en su mayoría se enfocan en videos académicos de la plataforma *YouTube* y sitios web de revistas de divulgación como *National Geographic* y de laboratorios virtuales como “*INVAM, página web de la universidad de Kansas...*” (PART5), herramientas que desde el punto de vista del socioconstructivismo promueven la inmersión de metodologías pedagógicas activas al aula, haciendo de los estudiantes más participativos, autónomos y colaborativos (Gámiz-Sánchez, 2017; Pliego et al., 2020). En relación a lo último, uno de los recursos que permite la conjunción de metodologías de aprendizaje activo en la educación además de hacer de ella más dinámica, interactiva y autónoma, son los *objetos virtuales de aprendizaje* (OVA) (Maldonado et al., 2015), sin embargo, su empleo ha sido escaso en los docentes entrevistados pese al amplio uso de las TIC en sus labores.

### ***c. Trabajos académicos***

En cuanto al desarrollo de trabajos académicos, las opiniones de los docentes se dividen entre un enfoque netamente pedagógico o la base para futuros proyectos investigativos, esto dependerá de la flexibilidad y praxis de la asignatura y los contenidos educativos a tratar. Bajo esta premisa, el PART1 manifiesta que los trabajos académicos “*están enfocados en la comprensión de contenidos, pero como la materia es práctica, también constituye la base para desarrollar el proyecto integrador del semestre en curso y de otros semestres futuros*”. En este aspecto, autores que han estudiado el ABP sugieren los siguientes consejos para el diseño de actividades pedagógicas, mencionando que estas deben ser contextualizadas, interactivas, colaborativas, secuenciales y de acuerdo con los intereses de los estudiantes, siempre y cuando mantengan un orden lógico a seguir para el desarrollo del problema a investigar, para la gestión del proceso, la obtención del producto final, así como su socialización (Monsalve et al., 2018; Orellana-Torres, 2020).

## 4.1.2. Aprendizaje Basado en Proyectos

### a. Beneficios

Bajo comunicaciones previas y el análisis de los presentes resultados, el ABP es una metodología ya adaptada en la malla curricular de Ingeniería en Biotecnología, la cual ha traído, ciertamente, varios beneficios tras su aplicación, mencionándose que “*las cohortes que han sido formadas bajo la metodología del ABP han salido con varias habilidades y fortalezas a diferencia de aquellas que no lo han hecho. Esto se evidencia inclusive en la escritura científica y disertaciones en posters o ponencias*” (PART6). No obstante, no se tiene una esquematización y consolidación de sus resultados (com. pers.). En este sentido, Olea et al. (2019) y Orellana-Torres (2020) mencionan algunos beneficios como la promoción de habilidades prácticas, autonomía, interdisciplinariedad, trabajo colaborativo, análisis crítico y comunicación tras la aplicación del ABP en el aula.

### b. Aplicación

Actualmente, existen diferentes metodologías usadas para la implementación del ABP en el aula, todas ellas parten del planteamiento del tema y activación del conocimiento sobre los contenidos a tratar, seguidos de la organización y planificación de actividades, el desarrollo del proyecto y de los productos planteados, y presentación final de los resultados, pasos que deben conllevar un seguimiento y evaluación constantes, por parte del docente, para la mejora continua de los trabajos investigativos de los alumnos (Orellana-Torres, 2020), representando esta última en una debilidad identificada en los docentes entrevistados, ya que bajo su experiencia e información recopilada, la implementación del ABP en el aula se consolidó apenas en los siguientes pasos:

1. Estudio de fundamentos: relacionado con los objetivos educativos, conocimientos previos, conceptos y unidad temática a trabajar.
2. Planteamiento del tema: en donde se propone una “*temática general de proyecto que abarque temas que incluyan varias asignaturas enfocado a la resolución de un problema; los estudiantes deben plantear un tema más específico*” (PART2).
3. Desarrollo del trabajo: vinculando las metodologías para la elaboración del proyecto y satisfacción de las hipótesis.

### 4.1.3. Gestión de Proyectos

#### *a. Experiencia y dirección*

La mitad de la población estudiada menciona haber dirigido alrededor de 14 trabajos de titulación, mientras que la otra mitad un promedio de 22, ambas tutorías enfocadas a tesis de grado y maestrías, cuyas líneas de investigación son acordes a las asignaturas del perfil profesional que los docentes imparten. Por su parte en cuanto a la guía y dirección de los trabajos investigativos, Davis y Jones (2020) mencionan la importancia de las relaciones de tutoría en el desarrollo personal y profesional de los estudiantes, brindándoles a los mismos una mayor confianza, compromiso y sentido de pertenencia en la investigación, en donde las características que figuran a una tutoría de calidad son (Shanahan et al., 2015): 1) participar en una planificación estratégica previa; 2) establecer expectativas claras y bien estructuradas; 3) enseñar habilidades, métodos y técnicas; 4) brindar apoyo emocional atendiendo los intereses personales en la investigación; 5) construir una comunidad entre los miembros del equipo; 6) dedicar tiempo al componente práctico e individual; 7) fomentar la apropiación de la investigación; 8) apoyar el desarrollo profesional a través de la creación de redes; 9) crear experiencias para la enseñanza de habilidades de tutoría; y 10) motivar a través de la difusión de los hallazgos.

#### *b. Planificación*

La mayoría de los docentes recalcaron realizar sus planificaciones con los estudiantes bajo reuniones virtuales a través de *Teams* y reuniones presenciales en las tutorías de clase, manteniéndose la comunicación en este sentido de tipo híbrida, en la que Davis y Jones (2020) sugieren que esta acción sea no formal y abierta para desarrollar lazos sociales sobre los cuales construir arreglos de trabajo formal. Además, en cuanto a la organización del proyecto, el PART 5 mencionó que “*se les entrega una guía del proyecto o trabajo en el cual constan las actividades que se van a realizar con la respectiva fecha de entrega*”, estableciendo así plazos y puntos de referencia para su desarrollo. Con respecto al uso de *Teams* en los distintos procesos académicos, Arrieta et al. (2019) mencionan que esta tecnología no solo sirve para la comunicación e interacción de los actores educativos, sino también apoya a la autogestión de los procesos



investigativos (diseño, planificación, seguimiento y revisión), así como las actividades del docente (preparación, ejecución, revisión de clases, tareas, organización de grupos, etc.), por lo que, al estar arraigado ya su empleo en las actividades académicas de los estudiantes, constituye en una potencial herramienta para el desarrollo de las competencias digitales y promoción de habilidades investigativas en la institución.

### ***c. Control y seguimiento***

Para la revisión de los avances de los proyectos, los docentes usan distintas acciones, entre ellas: organización de la información en *OneDrive*, hojas de registro de actividades y seguimiento, elaboración de cuadernos científicos, así como uso de aplicaciones como *OneNote*. Por su parte, en cuanto al control de las actividades, estas incluyen reuniones periódicas para la aprobación de las mismas, así como exposiciones de los estudiantes y evaluaciones periódicas. Aquí también, es relevante el uso de *Teams* para la revisión y retroalimentación sincrónica y asincrónica de los trabajos investigativos (Arrieta et al., 2019), ya que a través de los canales de comunicación y la integración de las demás aplicaciones, que la plataforma ofrece, los estudiantes pueden cargar los avances de sus documentos en repositorios (*One Drive*, *GitHub* y *correo*), facilitando así su acceso y revisión en cualquier espacio y tiempo, tomando en cuenta que la comunicación en este sentido debe ser intensificada ya que se van elaborando sucesivas versiones del trabajo escrito que van desde la definición del estado del arte y aspectos metodológicos hasta la divulgación de los resultados (Llerena y Ayala, 2022).

### ***d. Estrategias para la investigación***

Dentro de las estrategias didácticas para la promoción de habilidades investigativas, la mayor parte de los entrevistados coinciden en que el desarrollo del proyecto integrador del semestre ha contribuido mucho en su adquisición, en donde los estudiantes aplican el conocimiento, métodos y estrategias aprendidos durante su trayecto educativo, buscando que “*se desarrolle de forma integral, inclusive integrando conocimientos de otras asignaturas...*” (PART6), lo cual sin duda corroborará en la práctica de sus futuros trabajos de titulación. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que, al ser un trabajo colaborativo los grupos deben ser bien estructurados, puesto que “*el número de estudiantes por equipo dificulta la interacción de todos, por ello, los más*

*dedicados y que deciden ser entes activos, seguramente si tienen todas las habilidades investigativas”* (PART1), para el control de ello Mergendoller y Thomas (2005) manifiestan realizar el seguimiento del progreso de cada grupo a través de la orientación, discusión y registro de evidencias.

Así también, se expusieron algunas estrategias acompañadas del uso de las TIC, como la enseñanza de: bases de datos científicas para la fundamentación bibliográfica, entre ellas *NCBI, Scopus, Google académico*, y biblioteca universitaria; estudio casos de reales y modelamientos matemáticos; simulación y esquemas para la explicación de protocolos o procesos biológicos, haciendo uso de herramientas como *Excel, Biorender* y laboratorios virtuales; softwares específicos para acoplamiento moleculares, diseño de terapias, etc.; y en menor medida la lectura de revistas de divulgación para la comprensión de qué conocimientos son aplicables y en qué área. Arbeláez (2014) menciona, además, ser necesario el conocimiento de técnicas e instrumentos para la recolección de la información; el uso de herramientas para el análisis cualitativo y cuantitativo de los datos; y la difusión de los resultados a través de blogs, redes sociales y revistas electrónicas.

#### **4.1.4. Dificultades**

En consenso, uno de los principales problemas que atentan contra el aprendizaje de los contenidos y el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes, ha sido la baja tasa de lectura, y la falta de comprensión, análisis y razonamiento que de ella desprenden, dificultando así el desarrollo de los trabajos académicos (PART1), la interrelación de los conceptos (PART2), la selección de información relevante (PART5) y la síntesis de los contenidos (PART4), habilidades que, desde luego, promueven el pensamiento crítico de los educandos, a lo cual se suman dificultades en la comunicación oral y escrita en la presentación de sus trabajos (PART1, PART5). Del mismo modo, se mencionan ciertas debilidades en el conocimiento de las ciencias básicas (PART2, PART5), dificultad por estimar valores y realizar cálculos matemáticos (PART6), así como cierta resistencia a manejar bibliografía en idioma inglés (PART5, PART6).

En relación con las habilidades investigativas, específicamente, varios de los entrevistados reiteran en la falta de experiencia que tiene los estudiantes en el laboratorio, manifestando que *“lamentablemente por la pandemia no han tenido suficiente práctica*

*en el laboratorio y no han realizado proyectos de aula por lo que muestran más dificultad en el desarrollo de trabajos de investigación” (PART5) haciendo que los trabajos de titulación se vean limitados en este sentido (PART6).*

#### **4.1.5. Recomendaciones**

Dentro de las recomendaciones expuestas por los docentes en la entrevista, se consideraron varias opciones para mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje bajo esta metodología del ABP, entre ellas están: el involucramiento de la carrera y los profesores donde se sugiere que *“toda la carrera y el cuerpo docente maneje la misma metodología, o al menos, contribuya con ella; de esta forma los estudiantes, asociaran la metodología como una práctica diaria a sus estudios” (PART6)*; la generación de políticas institucionales que faciliten el desarrollo de proyectos, así como el destino de recursos para ello (PART2); la formación integral de los alumnos, lo cual sin duda se promueve *“bajo la dinámica de proyectos de investigación similares a los ámbitos profesionales” (PART6)*; visitas técnicas en campo en donde se implemente el ABP y se pueda palpar la realidad de los casos a resolver (PART4); y el contar con mayor carga horaria para el desarrollo de los componentes prácticos de los proyectos (PART3). A esto, Kokotsaki et al. (2016) agregan factores como el uso de las TIC, la consideración de habilidades y autosuficiencia de los estudiantes y la competencia efectiva de los docentes durante todo el proceso académico e investigativo para el éxito del ABP en el aula.

Por otro lado, con respecto a la promoción de las habilidades investigativas en los estudiantes, los entrevistados concuerdan con dos aspectos principales: el primero, la proyección real que deben presentar los trabajos investigativos, los cuales *“deben tener componentes de aplicación e integración de conceptos” (PART5)* con el objetivo *“generar productos tangibles como parte de algún proyecto macro” (PART3)*; y el segundo en relación con promover campañas de lectura como pilar fundamental del aprendizaje (PART1, PART3, PART5). Con ello, se suma el compromiso de los docentes en ser guías y mentores de estas experiencias investigativas, facilitando el apoyo intelectual, personal, emocional y la socialización profesional de los estudiantes a lo largo del proyecto, roles que sin duda, son alentados y promovidos por las políticas educativas, los recursos y la gestión de las autoridades de la institución (Davis y Jones, 2020; Shanahan et al., 2015).

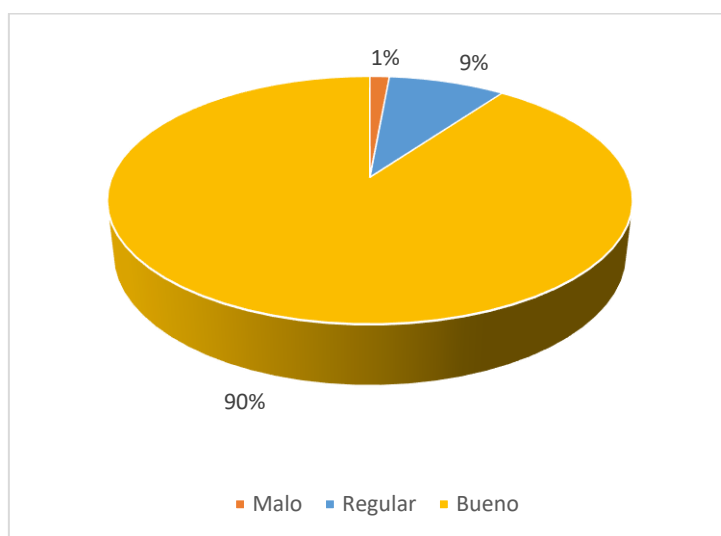
## 4.2. Percepción de los estudiantes sobre las metodologías EA usadas por los docentes

Los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes se los presenta a través de un análisis global de los datos, midiendo el grado de percepción y satisfacción de las tres variables en estudio: metodología EA del docente, las TIC en el proceso EA y Habilidades investigativas; buscando con ello identificar, de modo general, la opinión de todos los encuestados en función a los tres niveles de valoración: malo, regular, bueno (Tabla 14).

**Tabla 14.** Niveles de valoración y Distribución de frecuencias.

Nivel	Intervalo		Xm	f	fr	fa	f%	fra	fra%
	Min	Max							
Malo	25	58	41,67	1	0,01	1	1,43	0,01	1,43
Regular	59	92	75,67	6	0,09	7	8,57	0,10	10,00
Bueno	93	126	109,67	63	0,90	70	90,00	1,00	100,00
			Total	70			100		

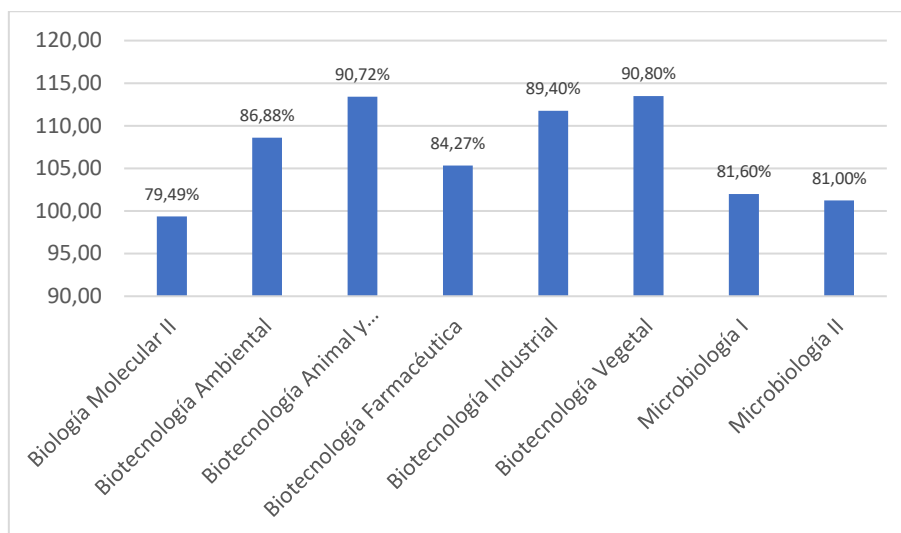
**Fuente:** El autor (2023).



**Figura 13.** Nivel de satisfacción general de los estudiantes.

De los datos analizados, se determina que el 90% de los encuestados (Figura 13) presentan un nivel de percepción y satisfacción buenos en relación con las variables de estudio, sin distinguir la asignatura a la cual corresponde cada individuo, por lo que se asume la total aceptación de los estudiantes con las metodologías EA de cada docente. Sin embargo, existe un 10% de la población quienes manifiestan un nivel regular y malo de satisfacción, por lo que análisis posteriores se realizaron en función a las medias

obtenidas por cada asignatura, seleccionando aquella que presentó una menor puntuación para el posterior planteamiento de la propuesta pedagógica, que de una u otra forma promoverá la mejora de las habilidades investigativas en el aula, siendo en este caso Biología Molecular II y Microbiología II las asignaturas con los porcentajes promedios de puntuaciones más bajos, obteniéndose un 79,49% y 81% respectivamente (Figura 14).



**Figura 14.** Porcentaje promedio de puntuaciones de la encuesta por cada asignatura.

**Nota:** El porcentaje calculado es en función a la puntuación total de la encuesta (25 ítems x 5 opciones de respuesta = 125), donde el promedio de la puntuación se lo dividió para el total.

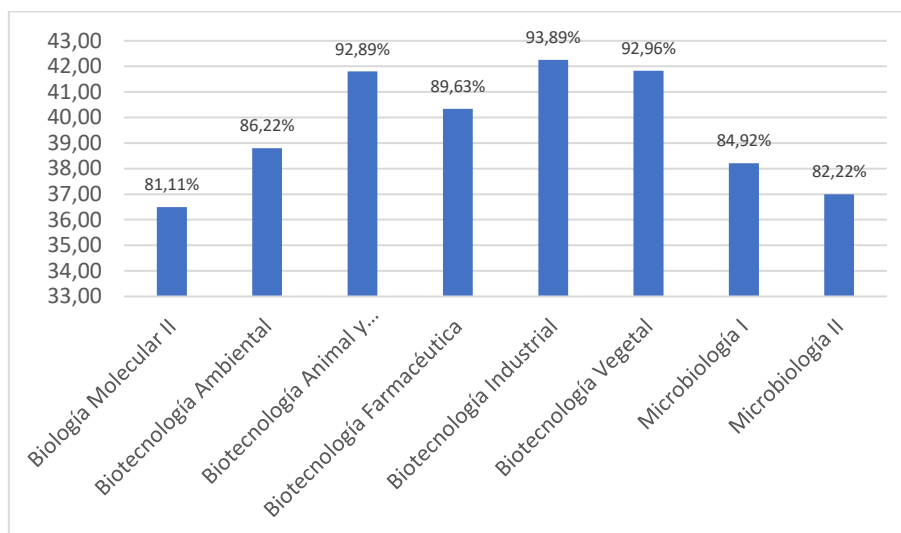
Por otro lado, en relación con la metodología y estrategias pedagógicas EA de los docentes, así como el empleo de las TIC en el aula, y como estos influyen en el desarrollo de las habilidades investigativas de los estudiantes, se presentan los resultados analizando las dimensiones de cada una de las variables (Tabla 8), por cada asignatura, esto con la finalidad de identificar aquellas estrategias a considerar para la posterior propuesta.

#### 4.2.1. Metodología EA del docente

**Tabla 15.** Alfa de Cronbach de la variable Metodología del docente

<b><math>\alpha</math>:</b>	coeficiente de confiabilidad	0,93
<b>K:</b>	n° de ítems de la variable	9
<b><math>\Sigma Si^2</math>:</b>	sumatoria de varianzas de ítems	6,15
<b><math>St^2</math>:</b>	varianza total de la variable	35,42
<b>n:</b>	muestra de estudiantes	70

La fiabilidad de los datos obtenidos de los 9 ítems correspondientes a esta variable, se determinó como de excelente confiabilidad obteniéndose un alfa de Cronbach del 0,93 (Tabla 15) a partir de lo cual se presentan los resultados con relación al porcentaje promedio de puntuaciones obtenidos por cada asignatura, repitiéndose los valores más bajos en las cátedras antes mencionadas con un 81,11% y 82,22% (Figura 15).



**Figura 15.** Porcentaje promedio de puntuaciones en la variable Metodología del docente.

**Nota:** El porcentaje calculado es en función a la puntuación total de la variable (9 ítems x 5 opciones de respuesta = 45), donde el promedio de la puntuación se lo dividió para el total.

**Tabla 16.** Promedios escala de Likert de los ítems de la variable Metodología del docente

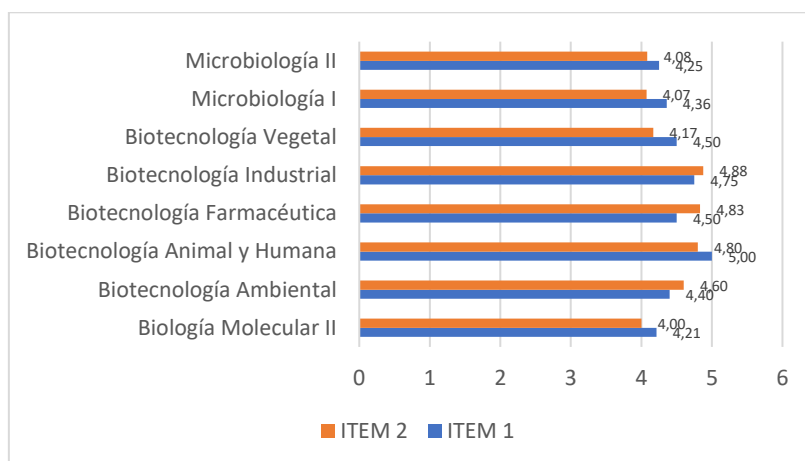
ASIGNATURAS	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
Biología Molecular II	4,21	4,00	3,79	4,29	4,43	3,79	4,00	3,93	4,07
Biotecnología Ambiental	4,40	4,60	4,60	5,00	4,40	4,20	4,00	3,60	4,00
Biotecnología Animal y Humana	5,00	4,80	5,00	4,80	4,80	4,00	4,40	4,40	4,60
Biotecnología Farmacéutica	4,50	4,83	4,83	4,50	4,83	4,33	4,33	3,83	4,33
Biotecnología Industrial	4,75	4,88	4,75	4,88	4,88	4,75	4,63	4,00	4,75
Biotecnología Vegetal	4,50	4,17	4,83	4,83	4,83	5,00	4,67	4,67	4,33
Microbiología I	4,36	4,07	4,21	4,71	4,43	4,21	4,07	3,93	4,21
Microbiología II	4,25	4,08	4,00	4,42	4,33	3,83	4,00	4,08	4,00
<b>Promedio total encuestados (70)</b>	4,43	4,31	4,34	4,61	4,56	4,19	4,20	4,03	4,24

Por su parte, en cuanto a un análisis más a detalle de las dimensiones correspondientes a esta variable, se presenta la Tabla 16 en cuyas columnas se especifican los valores promedio de la escala de Likert en cada asignatura, obteniéndose los valores más bajos en los ítems 2, 6, 7, 8 y 9 correspondientes a las dimensiones: Apoyo del

profesorado, Aprendizaje real y activo, Relevancia personal y Grado de satisfacción, donde se realizará un análisis breve de las principales debilidades. Por el contrario, en relación con las dimensiones: Presentación de contenidos (ítem 3) e Interacción entre estudiantes (ítem 4), los encuestados responden en promedio estar de acuerdo con el uso de recursos didácticos y el trabajo grupal empleados por el docente.

### a. Apoyo del profesorado

La dimensión *Apoyo del profesorado* abarca 2 ítems en donde el primero corresponde a la comprensión de los contenidos en la que los encuestados responden estar de acuerdo (4,43) (Tabla 16) con la organización y presentación de estos por parte de los docentes; mientras que el segundo corresponde a la retroalimentación que el docente proporcionó al estudiante sobre las tareas y evaluaciones realizadas, obteniéndose los valores más bajos en las materias de Biología Molecular II y Microbiología I (Figura 16).



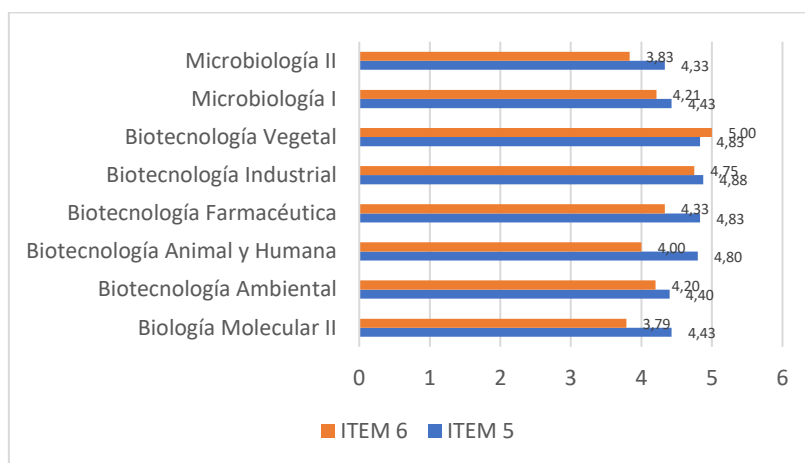
**Figura 16.** Dimensión Apoyo del profesorado.

**Nota:** Ítem 1 (comprensión de contenidos), Ítem 2 (retroalimentación).

### a. Aprendizaje real y activo

La dimensión *Aprendizaje real y activo* abarca los ítems 5 y 6, en donde el primero corresponde al uso de casos reales en las actividades de clase en donde los encuestados exponen en promedio estar totalmente de acuerdo (4,56) (Tabla 16); mientras que el segundo corresponde a la integración y relación que tienen las prácticas de laboratorio con la teoría enseñada por el docente, obteniéndose los valores más bajos en las

asignaturas de Biología Molecular II y Microbiología II, y los valores más altos en Biotecnología Vegetal y Biotecnología Industrial (Figura 17).

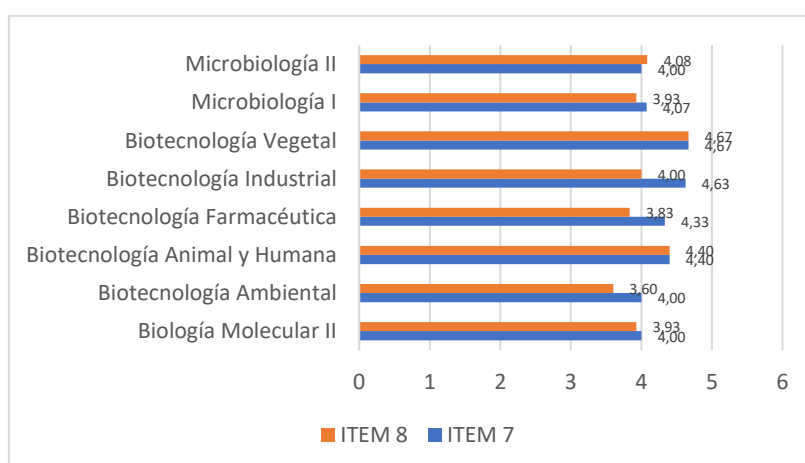


**Figura 17.** Dimensión Aprendizaje real y activo.

**Nota:** Ítem 5 (casos y ejemplos reales), Ítem 6 (práctica de los contenidos).

### ***b. Relevancia personal***

La dimensión *Relevancia personal* abarca los ítems 7 y 8, en donde el primero corresponde a la capacidad de abordar autónomamente los temas y contenidos por parte de los estudiantes, obteniéndose los valores más bajos en las asignaturas de Biología Molecular II, Biotecnología Ambiental y Microbiología II. Con relación al segundo ítem, este se refiere a la facilidad para sobrellevar los contenidos educativos impartidos por el docente, obteniéndose los valores más bajos en los estudiantes de Biotecnología Ambiental y Biotecnología Farmacéutica (Figura 18).



**Figura 18.** Dimensión Relevancia personal.

**Nota:** Ítem 7 (autonomía), Ítem 8 (dificultad de los contenidos).



### c. Grado de satisfacción

La dimensión *Grado de satisfacción* se la analizó en relación con el ítem 9, el cual los encuestados responden estar de acuerdo con la metodología del docente (4,24) (Tabla 16), sin embargo, los valores más bajos se obtienen en las asignaturas de Biotecnología Ambiental, Microbiología II, y Biología Molecular II, mientras que los valores más altos se obtuvo en Biotecnología Industrial y Biotecnología Animal y Humana (Figura 19).

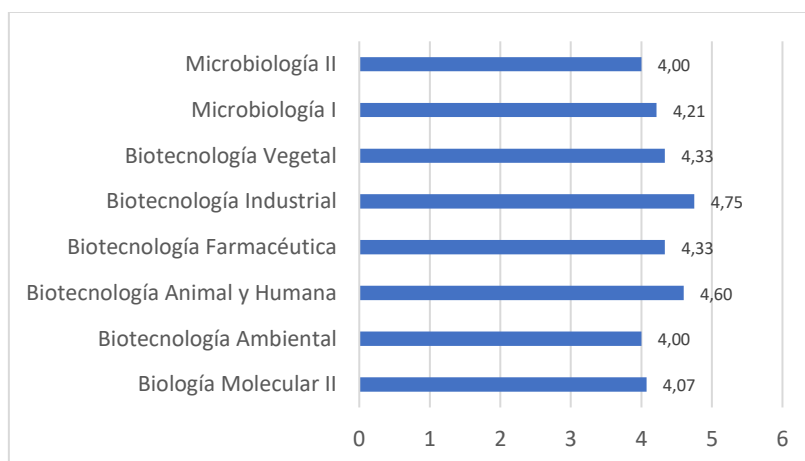


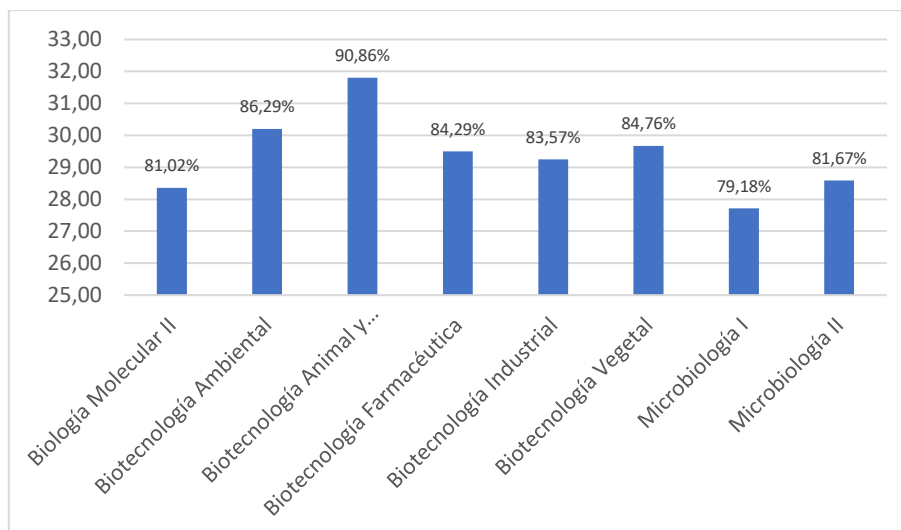
Figura 19. Dimensión Grado de satisfacción.

### 4.2.2. TIC en el proceso EA

Tabla 17. Alfa de Cronbach de la variable TIC en el proceso EA

<b><math>\alpha</math>:</b>	coeficiente de confiabilidad	0,78
<b>K:</b>	n° de ítems de la variable	7
<b><math>\Sigma Si^2</math>:</b>	sumatoria de varianzas de ítems	5,86
<b><math>St^2</math>:</b>	varianza total de la variable	17,50
<b>n:</b>	muestra de estudiantes	70

La fiabilidad de los datos obtenidos de los 7 ítems correspondientes a esta variable se determinó como de buena confiabilidad, obteniéndose un alfa de Cronbach del 0,78 (Tabla 17) a partir de lo cual se presentan los resultados con relación al porcentaje promedio de puntuaciones obtenidos por cada asignatura, siendo en este caso Microbiología I y Biología Molecular II, las asignaturas con los porcentajes promedios más bajos, obteniéndose un 79,18% y 81,02% respectivamente (Figura 20).



**Figura 20.** Porcentaje promedio de puntuaciones en la variable TIC en el proceso EA.

**Nota:** El porcentaje calculado es en función a la puntuación total de la variable (7 ítems x 5 opciones de respuesta = 35), donde el promedio de la puntuación se lo dividió para el total.

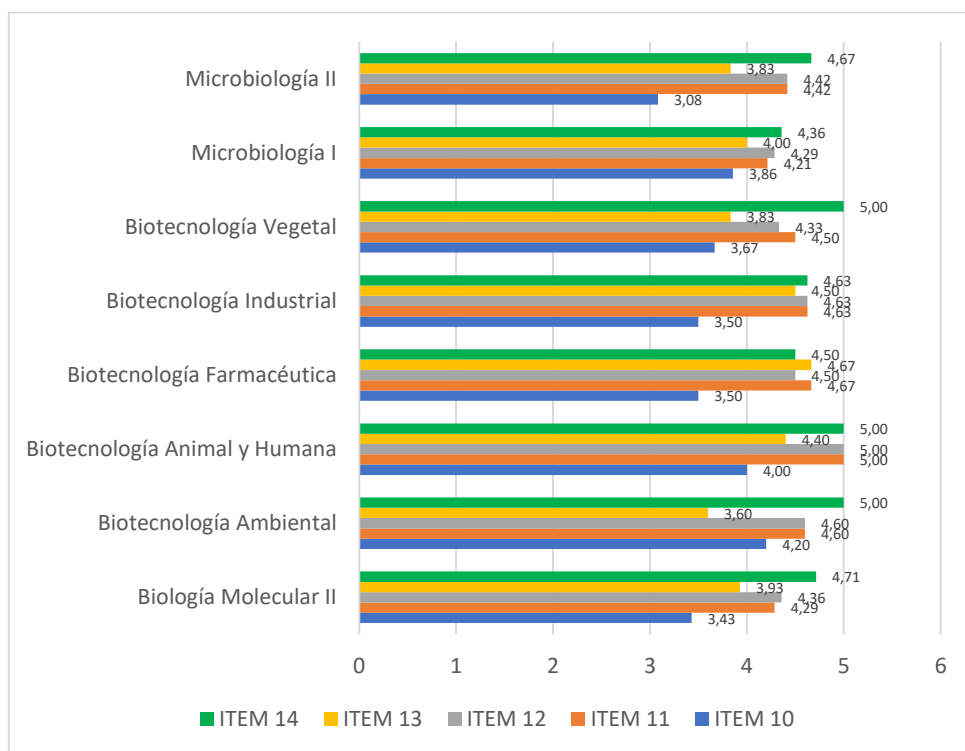
**Tabla 18.** Promedios escala de Likert de los ítems de la variable TIC en el proceso EA

ASIGNATURAS	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
Biología Molecular II	3,43	4,29	4,36	3,93	4,71	4,21	3,43
Biotecnología Ambiental	4,20	4,60	4,60	3,60	5,00	5,00	3,20
Biotecnología Animal y Humana	4,00	5,00	5,00	4,40	5,00	5,00	3,40
Biotecnología Farmacéutica	3,50	4,67	4,50	4,67	4,50	4,33	3,33
Biotecnología Industrial	3,50	4,63	4,63	4,50	4,63	4,63	2,75
Biotecnología Vegetal	3,67	4,50	4,33	3,83	5,00	4,83	3,50
Microbiología I	3,86	4,21	4,29	4,00	4,36	4,00	3,00
Microbiología II	3,08	4,42	4,42	3,83	4,67	4,42	3,75
<b>Promedio total encuestados (70)</b>	<b>3,59</b>	4,46	4,46	<b>4,06</b>	4,67	4,43	<b>3,30</b>

De igual modo, para un análisis más a detalle de las dimensiones de esta variable, se presenta la Tabla 18 en cuyas columnas se pueden observar los valores promedio más bajos en los ítems 10, 13 y 16, en los que se realizará un análisis breve de las principales debilidades. Por su parte en relación con los ítems 11, 12, 14 y 15 estos presentan en promedio valores superiores al 4,4 evidenciándose la satisfacción de los estudiantes con el uso de programas para la presentación de contenidos y exposiciones (Canva, Genially, Power Point, etc.), el manejo de programas de interrelación personal (Whatsapp, Teams, Facebook, etc.), el empleo de motores de búsqueda académicos (Google scholar, Scopus, PubMed, etc.), y la importancia de las TIC en su formación académica, respectivamente.

### a. *Uso*

La dimensión *Uso de las TIC* abarca los ítems 10 al 14, de los cuales se presentan debilidades en los ítems: IT10 el cual hace relación al manejo de programas como Kahoot, EducaPlay, Quizizz, Google classroom, entre otros, para la enseñanza-aprendizaje de contenidos, obteniéndose los valores más bajos en las asignaturas de Microbiología II y Biología Molecular II; y el IT13 el cual se refiere a la participación de los estudiantes en portales web de opinión como blogs, chats y foros, registrándose los valores más bajos en Biotecnología Vegetal, Microbiología II y Biotecnología Ambiental (Figura 21).

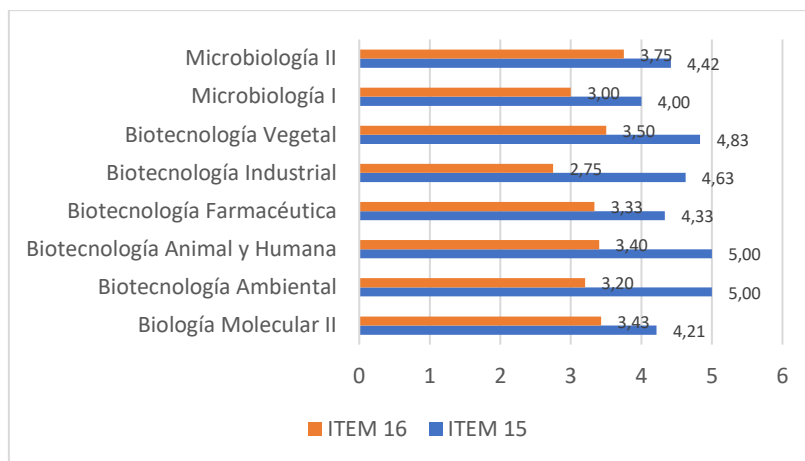


**Figura 21.** Dimensión Uso de las TIC

**Nota:** Ítem 10 (softwares educativos), Ítem 11 (presentaciones), Ítem 12 (interacción), Ítem 13 (participación), Ítem 14 (búsqueda de información).

### b. *Relevancia personal*

La dimensión *Relevancia personal* abarca los ítems 15 y 16, correspondiendo este último a la confusión o distracción que las TIC causaron en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, en donde en promedio los encuestados responden con una postura neutra en todas las asignaturas, teniendo los valores más bajos en las cátedras de Biotecnología Industrial y Microbiología I (Figura 22).



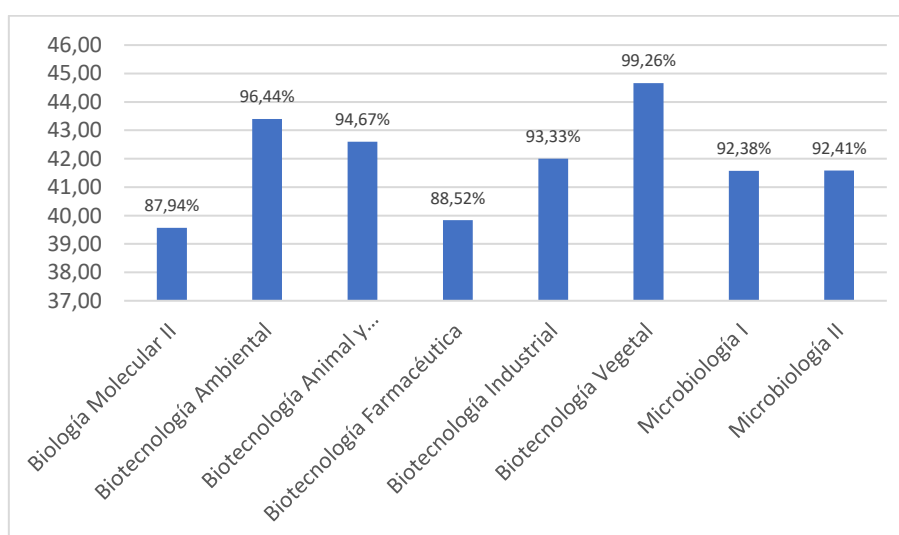
**Figura 22.** Dimensión Relevancia personal en el empleo de las TIC

**Nota:** Ítem 15 (importancia), Ítem 16 (dificultades).

### 4.2.3. Habilidades investigativas

**Tabla 19.** Alfa de Cronbach de la variable Habilidades investigativas

<b><math>\alpha</math>:</b>	coeficiente de confiabilidad	0,89
<b>K:</b>	n° de ítems de la variable	9
<b><math>\Sigma Si^2</math>:</b>	sumatoria de varianzas de ítems	6,81
<b><math>St^2</math>:</b>	varianza total de la variable	33,19
<b>n:</b>	muestra de estudiantes	70



**Figura 23.** Porcentaje promedio de puntuaciones en la variable Habilidades investigativas

**Nota:** El porcentaje calculado es en función a la puntuación total de la variable (9 ítems x 5 opciones de respuesta = 45), donde el promedio de la puntuación se lo dividió para el total.

La fiabilidad de los datos obtenidos de los 9 ítems correspondientes a esta variable se determinó como de buena confiabilidad, obteniéndose un alfa de Cronbach del 0,89 (Tabla 19) a partir de lo cual se presentan los resultados con relación al porcentaje promedio de puntuaciones obtenidos por cada asignatura, siendo en este caso Biología Molecular II y Biotecnología Farmacéutica, las asignaturas con los porcentajes promedios más bajos, obteniéndose un 87,94% y 88,52% respectivamente (Figura 23).

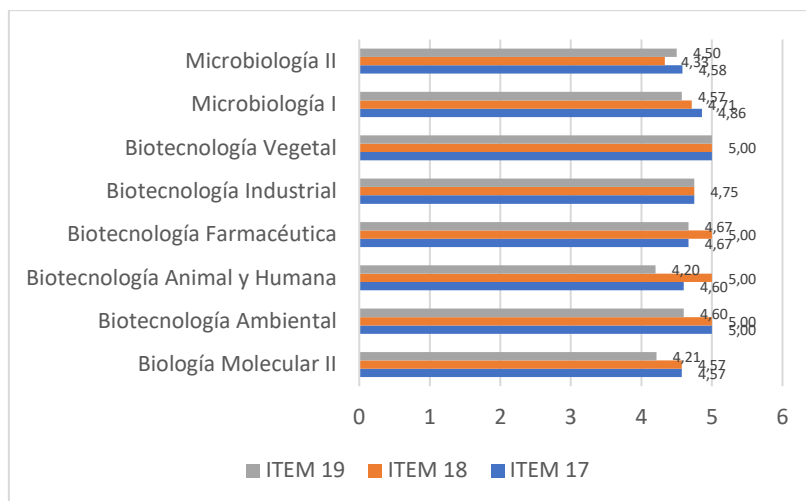
Así también, el análisis más a detalle de las dimensiones relacionadas a esta variable se presenta en la Tabla 20, en donde se registran los valores promedio más bajos en los ítems 19, 20, 21 y 22 correspondientes a las habilidades de: Planificación y Ejecución, mismas en las que se presentará un análisis breve de las principales dificultades.

**Tabla 20.** Promedios escala de Likert de los ítems de la variable Habilidades investigativas

ASIGNATURAS	IT17	IT18	IT19	IT20	IT21	IT22	IT23	IT24	IT25
Biología Molecular II	4,57	4,57	4,21	4,36	4,14	4,21	4,71	4,57	4,21
Biotecnología Ambiental	5,00	5,00	4,60	4,60	4,60	5,00	5,00	5,00	4,60
Biotecnología Animal y Humana	4,60	5,00	4,20	4,60	4,60	4,60	5,00	5,00	5,00
Biotecnología Farmacéutica	4,67	5,00	4,67	4,00	3,67	3,83	4,67	5,00	4,33
Biotecnología Industrial	4,75	4,75	4,75	4,25	4,50	4,75	4,75	4,75	4,75
Biotecnología Vegetal	5,00	5,00	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00	5,00	5,00
Microbiología I	4,86	4,71	4,57	4,00	4,43	4,57	4,71	5,00	4,71
Microbiología II	4,58	4,33	4,50	4,67	4,25	4,83	4,58	5,00	4,83
<b>Promedio total encuestados (70)</b>	4,73	4,71	4,53	4,39	4,33	4,57	4,76	4,89	4,64

#### *a. Planificación*

La dimensión *Planificación* abarca los ítems 17, 18 y 19, siendo este el último aquel que obtuvo una menor puntuación y el cual hace referencia a su vez a la elaboración de cronogramas para organizar actividades referentes a la investigación, obteniéndose los valores más bajos en las asignaturas de Biología Molecular II y Biotecnología Animal y Humana (Figura 24). Por su parte en relación con los dos primeros ítems, estos se refieren a la capacidad de interpretar la realidad problemática a investigar y la estructuración de objetivos congruentes con las preguntas y el problema de investigación, en donde en promedio los encuestados exponen estar totalmente de acuerdo (4,73 y 4,71) (Tabla 20).

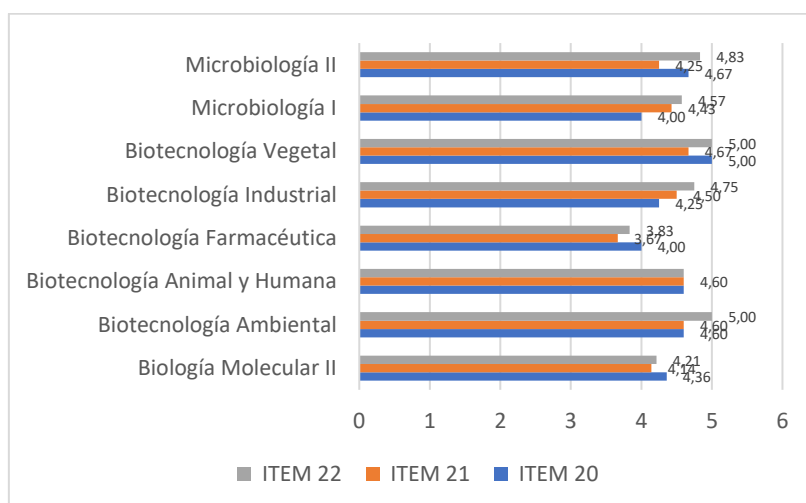


**Figura 24.** Dimensión Planificación

**Nota:** Ítem 17 (planteamiento del problema), Ítem 18 (objetivos), Ítem 19 (cronograma).

### b. Ejecución

La dimensión *Ejecución* abarca los ítems 20, 21 y 22, en donde el IT20 se refiere a la facilidad para buscar, procesar y analizar la información, obteniéndose los valores más bajos en las asignaturas de Microbiología I y Biotecnología Farmacéutica; el IT21 se relaciona con la facilidad para coordinar el trabajo colaborativo con otras personas del grupo, evidenciándose los valores más bajos en Biotecnología Farmacéutica y Biología Molecular II; y el IT22 que corresponde a la interpretación adecuada de gráficos y tablas estadísticas, registrándose los valores más bajos en Biotecnología Farmacéutica y Biología Molecular II (Figura 25).

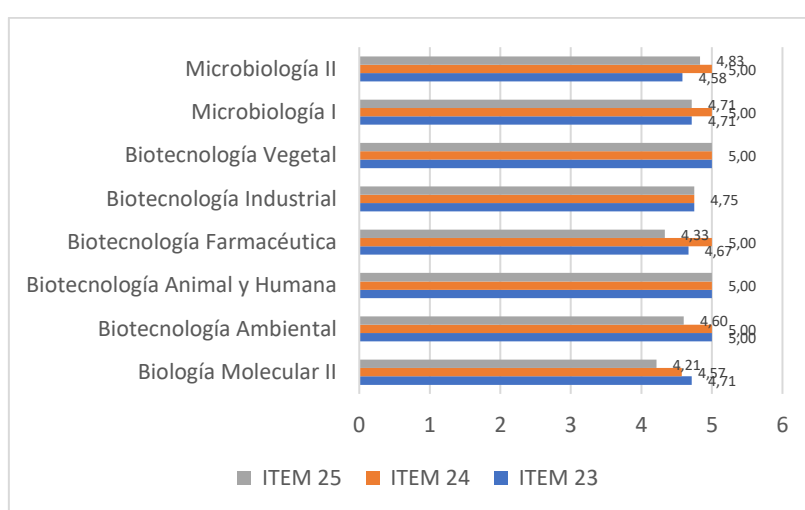


**Figura 25.** Dimensión Ejecución

**Nota:** Ítem 20 (búsqueda de información), Ítem 21 (coordinación), Ítem 22 (interpretación).

### c. *Publicación*

La dimensión *Publicación* abarca los ítems 23, 24 y 25, los cuales representan en promedio valores de puntuación superiores al 4,6 (Tabla 20) demostrando así la alta satisfacción de los estudiantes en cuanto a la redacción de las conclusiones en función a los objetivos de la investigación, la redacción del informe final tomando en cuenta las normas APA y estructuración del trabajo investigativo, y la articulación de sus conocimientos para elaborar informes y presentaciones de los resultados del estudio, respectivamente (Figura 26).



**Figura 26.** Dimensión Publicación

**Nota:** Ítem 23 (conclusiones), Ítem 24 (presentación), Ítem 25 (sistematización).

### 4.3. Relación entre las metodologías EA y el grado de competencias investigativas de los estudiantes

**Tabla 21.** Triangulación de datos, categoría metodología del docente.

<b>Categoría: Metodología del Docente</b>	<b>Entrevistas</b>	<b>Encuestas</b>	<b>Metainferencias</b>
<b>Método de enseñanza</b>	<p>De forma general, la mayor parte de los docentes manifiesta apoyarse de clases magistrales, realización de ejercicios, actividades, y análisis de casos como métodos de enseñanza en el aula.</p> <p>Así también, haciendo una síntesis de todas las descripciones expuestas, se enlistan los siguientes pasos para el desarrollo de las clases presenciales: 1) repaso e introducción, 2) presentación del plan de clase, 3) lectura sugerida, 4) clase magistral, 5) ejercicios y actividades, 6) análisis de casos, 7) evaluación.</p>	<p>Las dimensiones analizadas en este sentido son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- apoyo del profesorado: donde los estudiantes responden en promedio estar acordes con la organización y comprensión de los contenidos de las asignaturas. Sin embargo, en cuanto a la retroalimentación sobre tareas y evaluaciones realizadas se registran algunas debilidades;</li> <li>- grado de satisfacción: en la que en promedio los encuestados manifiestan estar de acuerdo en que la metodología de enseñanza del docente fue estimulante para su proceso de aprendizaje, sobre todo en las cátedras de Biotecnología Industrial y Biotecnología Animal y Humana (IT9, Tabla 16), mismas que a su vez presentan puntuaciones promedio alrededor del 94% en la variable de habilidades investigativas (Figura 23).</li> </ul>	<p>El empleo de estrategias como la lectura sugerida (<i>flipped classroom</i>), análisis de casos, resolución de ejercicio y tareas, son sin duda prácticas que promueven el aprendizaje activo en los estudiantes. A esto se suma las clases magistrales que los docentes imparten, que pese a ser consideradas como una enseñanza tradicional, tienen un alto grado de percepción y satisfacción en los alumnos. Sin embargo, en cuanto a la comprensión de los contenidos existen dificultades relacionadas a la falta de conocimientos básicos, falta de análisis, y dificultad para interrelacionar conceptos, haciendo énfasis en estos aspectos para la retroalimentación por parte del docente, lo cual desde luego se refuerza a través de la carga horaria destinada para cada asignatura.</p>
<b>Estrategias pedagógicas y recursos didácticos</b>	<p>Entre las estrategias empleadas a nivel general por los docentes destacan el trabajo colaborativo y organización de actividades por medio de Microsoft Teams; el uso de videos académicos para el desarrollo de contenidos; el</p>	<p>Las dimensiones analizadas en este sentido son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- presentación de contenidos: donde los estudiantes en promedio exponen estar de acuerdo con el uso de variedad de recursos didácticos en clase (audiovisuales, diapositivas, juegos, etc.) por parte del docente, para el estudio</li> </ul>	<p>El uso meramente de material audiovisual sin ningún enfoque y dirección no asegura la innovación educativa y la comprensión de los contenidos que de ellos derivan, por lo que se hace indispensable la adopción de varias herramientas novedosas que de una u otra</p>



	<p>empleo de PowerPoint y Excel para las charlas magistrales, presentación de resultados, y resolución de ejercicios; el uso de laboratorios virtuales para la práctica y análisis de protocolos; y en menor grado de frecuencia el uso del aula virtual para la gestión de calificaciones; blogs y redes sociales para el diálogo, opinión, y debates; así como sitios web de revistas de divulgación.</p> <p>En cuanto a los trabajos académicos, las opiniones de los docentes divergen entre un enfoque netamente pedagógico y la base para futuros proyectos de investigación, lo cual depende de la praxis y contenidos de la asignatura.</p>	<p>de los contenidos. Sin embargo, se detectaron valores más bajos en las asignaturas de Biología Molecular II y Microbiología II (IT3, Tabla 16), representando, la primera, debilidades en las habilidades investigativas analizadas (Figura 23)</p> <p>- relevancia personal: en la que se obtienen en promedio valores más bajos en relación a la capacidad de abordar autónomamente los temas y contenidos de interés, así como la facilidad para sobrellevar los contenidos educativos de la asignatura, no obstante, los valores más altos se registran en las asignaturas de Biotecnología vegetal y Biotecnología animal y humana (IT7, IT8, Tabla 16), las cuales coinciden a su vez con los más altos valores (alrededor del 97%) en la variable habilidades investigativas (Figura 23).</p>	<p>forma dinamicen el proceso de enseñanza aprendizaje. En relación a esto, las asignaturas que evidencian un mayor uso de recursos didácticos en clase para facilitar el aprendizaje son las mismas que presentan mejores valores en la capacidad de abordar y sobrellevar los contenidos por parte de los estudiantes, demostrándose así la relevancia que tiene el uso de diversas estrategias pedagógicas en la adquisición de conocimiento y autonomía en el estudiante. Entre algunos de los recursos usados destacan: el uso de Teams para la organización de clases, actividades, tareas y el trabajo colaborativo; YouTube para la selección de material audiovisual; Laboratorios virtuales para experiencias educativas; y Softwares específicos para prácticas puntuales, simulación y esquemas de procesos biológicos.</p>
<p><b>Aprendizaje Basado en Proyectos</b></p>	<p>Todos los docentes manifiestan hacer uso del ABP mediante el desarrollo de proyectos integradores propuestos en cada nivel curricular, manifestándose en algunos casos, que el uso de esta metodología ha corroborado al desarrollo de las habilidades investigativas de los estudiantes, así como para conocer la aplicación que tiene la asignatura en situaciones reales.</p>	<p>Las dimensiones analizadas en este sentido son:</p> <p>- interacción entre estudiantes: la cual hace relación al trabajo grupal en las actividades académicas de la asignatura, donde los encuestados en promedio responden haber trabajado colaborativamente en el aula.</p> <p>- aprendizaje real y activo: la cual hace referencia al empleo, por parte del docente, de casos y ejemplos reales en las actividades de clase, donde en promedio los encuestados responden estar totalmente de acuerdo. Sin embargo, en cuanto a</p>	<p>Al ser el ABP una metodología activa y participativa, esta se encuentra ligada al trabajo colaborativo y cooperativo por parte de los estudiantes, estrategias que sin duda han sido adoptadas por cada asignatura en sus actividades de clase, no obstante, para su correcta orientación es indispensable guiar y controlar la interacción de todos los integrantes del grupo para un aprendizaje en conjunto. Así también, es importante considerar que los proyectos que derivan de esta metodología deben contar con un enfoque real y práctico,</p>

Del mismo modo, haciendo una síntesis de todas las descripciones expuestas, se enlistan los siguientes pasos para la implementación del ABP en el aula, tomando en cuenta la participación de grupos de trabajo y la integración de varias asignaturas: 1) Estudio de fundamentos, 2) Planteamiento del tema, 3) Desarrollo del trabajo.

la integración de las prácticas de laboratorio en relación con la teoría enseñada en el aula, se registran algunas dificultades, obteniendo los valores más bajos en las asignaturas de Microbiología II y Biología molecular II (IT6 Tabla 16), representando esta última un porcentaje promedio del 88% en la variable de habilidades investigativas (Figura 23).

con el involucramiento de toda la carrera y cuerpo docente para la formación íntegra del alumno, corroborando así a la búsqueda de soluciones a problemáticas locales, bajo lo cual se debe alinear previamente la teoría y demás conceptos con las experimentaciones en laboratorio, palpando de esta forma la aplicación de lo aprendido a la vida real y el desarrollo de habilidades de investigación.

**Tabla 22.** Triangulación de datos, categoría TIC en el proceso EA.

Categoría: TIC en el proceso EA	Entrevistas	Encuestas	Metainferencias
Uso de las TIC	<p>El empleo de las TIC en el aula se lo organiza de acuerdo a dos aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- el primero en relación a su uso en el proceso EA, expuesto anteriormente, en la que, con mayor frecuencia, los docentes utilizan videos académicos, Teams y las herramientas de Microsoft office: Word, Excel, PowerPoint;</li> <li>- el segundo en relación con las herramientas usadas para promover la investigación en los estudiantes, mencionándose recursos para la</li> </ul>	<p>La información recopilada se lo analizó en función a los indicadores: softwares educativos, participación, presentaciones, interacción y búsqueda de información, siendo estos tres últimos los que en promedio presentaron los valores más altos en todas las asignaturas (IT11, IT12, IT14, Tabla 18), destacando entre ellas Biotecnología ambiental y Biotecnología animal y humana las cuales a su vez presentan valores altos (alrededor del 95%) en la variable habilidades investigativas (Figura 23).</p> <p>En cuanto a los softwares educativos, se cuestionó en relación al uso de programas para la</p>	<p>Actualmente se conoce que el uso de las TIC tiene una gran influencia en la dinamización de los aprendizajes, lo cual facilita el trabajo docente en la enseñanza en el aula y el refuerzo académico, sin embargo, es importante considerar que el uso de estas tecnologías debe ser bien enfocado, evitando así distracciones en el proceso EA, ya que, en base a los resultados expuestos, el uso de blogs, chats, foros, pese a ser relevantes en la opinión y debate de los estudiantes sobre determinadas temáticas, no representan alguna relación en la adquisición de habilidades investigativas; por el contrario, aquellas asignaturas con mayores</p>

simulación de procesos y modelamientos, laboratorios virtuales para prácticas y revisión de protocolos, bases de datos científicas para la fundamentación bibliográfica, revisión de información y almacenamiento en la nube, análisis bibliométrico y gestores bibliográficos.

enseñanza – aprendizaje de contenidos, obteniendo de manera general respuestas de 3 (neutro) en todas las asignaturas, destacando Microbiología II y Biología Molecular II con los valores más bajos (IT10, Tabla 18); por su parte en relación a la participación de los estudiantes en portales web de opinión se registraron también dificultades, en donde una de las asignaturas con el valor más alto es Biotecnología farmacéutica (IT13, Tabla 18), sin embargo presenta un porcentaje promedio del 88% en la variable de habilidades investigativas (Figura 23).

promedios en el desarrollo de habilidades investigativas son aquellas que hacen uso en conjunto de programas para la enseñanza – aprendizaje de contenidos (Kahoot, EducaPlay, Quizizz, etc.), uso de programas para presentación y exposiciones (Canva, Genially, Power Point, etc.), uso de aplicaciones de interrelación personal (Teams, Whastapp, Correo electrónico, etc.), empleo de motores de búsqueda académicos (Google Scholar, Scopus, PubMed, etc.), laboratorios virtuales, y softwares específicos.

**Tabla 23.** Triangulación de datos, categoría habilidades investigativas.

Categoría: Habilidades investigativas	Entrevistas	Encuestas	Metainferencias
<b>Estrategias para la investigación</b>	De manera global todos los docentes encuestados mencionan trabajar con sus alumnos en el desarrollo del proyecto integrador propuesto para cada nivel, además de la realización de trabajos académicos con su debido respaldo bibliográfico, análisis de casos y ejemplos reales, la simulación de procesos biológicos, la elaboración de esquemas, y la lectura de documentos sugeridos, como estrategias para el	Para la estimación de la importancia de las estrategias pedagógicas en el desarrollo de habilidades investigativas de los estudiantes, se analizó la adquisición de éstas, de forma general, a través del puntaje promedio de la variable en cuestión, encontrando los mejores resultados en las asignaturas de Biotecnología vegetal, Biotecnología ambiental, Biotecnología animal y humana y Biotecnología industrial (Figura 23).	Pese a que en la mayor parte de las asignaturas mencionan hacer uso del ABP a través de los proyectos integradores, es importante considerar que al aplicarlo se deben tomar en cuenta diversos factores que van más allá de la simple aplicación de la metodología, entre estos están: el empleo de estrategias y recursos didácticos en el aula, el uso de las TIC correctamente guiadas, y la proyección real de la problemática a investigar. A esto se suman recomendaciones como el fomentar campañas

	<p>desarrollo de habilidades investigativas en sus alumnos.</p> <p>Así también se exponen algunas dificultades que de una u otra forma afectan al desarrollo de estas habilidades, entre ellas: la baja tasa de lectura, la falta de experiencia en el laboratorio, la falta de pensamiento crítico y problemas de comunicación, poniendo especial atención en éstas para fomentar su desarrollo y mejora, como la proyección real de la investigación y la participación en campañas de lectura.</p>	<p>Dicho lo anterior se analizó la dimensión de publicación, la cual se refiere a la redacción del trabajo de investigación y estructuración del contenido bajo las normas APA; y a la articulación de conocimientos para la elaboración de informes y presentación de los resultados del estudio, obteniendo en promedio resultados que evidencian la satisfacción de todos los encuestados en estos aspectos (IT24, IT25, Tabla 20), sin embargo, la asignatura de Biología molecular II es aquella que presenta los valores más bajos en este sentido, lo cual se vincula al bajo porcentaje promedio del 88% en la variable de habilidades investigativas en comparación con las otras cátedras (Figura 23).</p>	<p>de lectura y el uso de herramientas digitales y estrategias didácticas que previamente se la mencionó, y que desde luego promoverán las habilidades investigativas en los estudiantes. Aun así es importante tomar en cuenta que los estudiantes de los primeros niveles de la carrera de Biotecnología tendrán una menor adquisición de habilidades investigativas en relación con los estudiantes que cursan los niveles más avanzados, quienes desde luego a través de su trayectoria académica cuentan con algunas habilidades más desarrolladas que otras.</p>
<p><b>Planificación</b></p>	<p>La mayor parte de los docentes responden realizar las planificaciones de las actividades para los trabajos de investigación a través de una comunicación híbrida, manteniendo contacto por videoconferencias en Teams o reuniones presenciales; la realización de guías del proyecto; y fechas de entrega de las actividades planteadas, más sin embargo no se mencionó con claridad el empleo de cronogramas al respecto.</p>	<p>Las habilidades de planificación evaluadas en los estudiantes se los analizó bajo las dimensiones: planteamiento del problema, donde se cuestionó al estudiante sobre su logro en la interpretación y explicación de la realidad problemática a investigar; y la definición de objetivos, mismos que deben ser congruentes con las preguntas y el problema de investigación. Ambas representaron, de manera general, la total satisfacción de los encuestados en estos campos (IT17, IT18, Tabla 20).</p> <p>Por el contrario, en lo que respecta al uso cronogramas para las actividades, se registran los valores más bajos en los estudiantes de Biología</p>	<p>Dentro de las habilidades de planificación se consideraron aspectos referentes al planteamiento del problema, la definición de objetivos, y el empleo de cronogramas, donde los encuestados en promedio responden estar totalmente de acuerdo, siendo las cátedras con los mejores resultados, aquellas que hacen énfasis en el uso de Teams, Excel, One Note y guías del proyecto con fechas de entrega para la organización y planificación de las actividades de la investigación. En referencia al uso de cronogramas de actividades, no se tiene una relación directa de su influencia en las habilidades investigativas de los estudiantes, siempre y cuando se mantenga una</p>

	<p>molecular II y Biotecnología animal y humana (IT19, Tabla 20).</p>	<p>metodología EA y uso de TIC adecuados en el aula.</p>	
<p><b>Ejecución</b></p>	<p>Para el control y seguimiento de cada una de las actividades del proyecto, los entrevistados exponen actividades como la revisión de los avances; el registro de actividades; y la evaluación periódica a través de la exposición de los resultados obtenidos.</p>	<p>En esta, se analizó la capacidad del estudiante para buscar, recolectar y analizar información; la facilidad para coordinar su trabajo con otras personas del grupo de investigación; la interpretación adecuada de gráficos y tablas estadísticas; y la redacción de conclusiones en función a los objetivos, siendo este último aspecto el que mayores valores registra en cuestión a la satisfacción de los estudiantes (IT23, Tabla 20). Mientras que, en los 3 primeros aspectos, las asignaturas de Biología molecular II y Biotecnología Farmacéutica, son las cátedras que representan los valores más bajos (IT20, IT21, IT22, Tabla 20).</p>	<p>Dentro de las habilidades de ejecución se abarcaron aspectos como la capacidad de búsqueda y recolección de la información, la coordinación con los demás integrantes del grupo, la interpretación de gráficos y tablas, y la redacción de objetivos, encontrando los mejores resultados en aquellas asignaturas que hacen uso de reuniones, exposiciones, evaluaciones periódicas y cuadernos científicos para la gestión y control de las actividades de la investigación.</p>

## CAPÍTULO V

### PROPUESTA

La presente propuesta se estructura en función a los resultados previamente obtenidos del análisis de los dos instrumentos: entrevistas y encuestas; el mismo consiste en el diseño de estrategias pedagógicas enmarcadas bajo el Aprendizaje Basado en Proyectos, mediante el empleo de la herramienta Exelearning, como instrumentos para promover la investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología de la UTN, para ello se estructuraron los procesos en cuatro etapas: planificación de la unidad temática, diseño de estrategias pedagógicas bajo el ABP, creación del objeto virtual de aprendizaje (OVA), y análisis de la calidad del OVA.

#### 5.1. Planificación de la unidad temática

La unidad temática abordada en la presente propuesta tiene como título “Métodos de análisis de ácidos nucleicos y proteínas” correspondiente al apartado 3 del Syllabus de la asignatura Biología Molecular II (Anexo K), cuyos contenidos se estructuraron bajo los parámetros establecidos en la Tabla 24, y enmarcados bajo la metodología del ABP con el apoyo de la clase invertida y el análisis de ejercicios prácticos reales, mismos que serán dirigidos a los estudiantes que cursan dicha cátedra como principales beneficiarios.

**Tabla 24.** Contenidos de la Unidad Temática para la propuesta pedagógica.

<b>Carrera:</b> Ing. en Biotecnología		<b>Asignatura:</b> Biología Molecular II
<b>Nivel:</b> Quinto		<b>Horas semanales:</b> 5 h
<b>Unidad curricular:</b> 3. Métodos de análisis de ácidos nucleicos y proteínas		
<b>Horas destinadas unidad:</b> 30 h		<b>Horas de docencia:</b> 14 h <b>Horas de práctica:</b> 16 h
<b>Objetivo de aprendizaje:</b> Describir diferentes técnicas y herramientas de ingeniería genética, así como sistemas de expresión de genes, los métodos de manipulación y análisis de ácidos nucleicos.		
<b>Resultado de aprendizaje:</b> Aplica y maneja técnicas y herramientas de ingeniería genética para el análisis de los ácidos nucleicos.		
Semana	Temas	Contenidos
1º semana	1. Introducción: Técnicas de Biología Molecular	1.1. Medidas de seguridad en el Laboratorio 1.2. Uso de equipos e instrumentos de Laboratorio

		1.3. Generalidades de los ácidos nucleicos
		1.4. Aplicación
2º semana	2. Aislamiento de ácidos nucleicos	2.1. ADN: estructura y funciones 2.2. Técnicas de extracción
3º semana	3. Determinación de la pureza, integridad y cuantificación del ADN	3.1. Purificación del ADN 3.2. Cuantificación del ADN 3.3. Electroforesis
4º y 5º semana	4. Reacción en cadena de la Polimerasa (PCR)	4.1. Principios y fundamentos 4.2. Etapas del proceso 4.3. Transcripción inversa 4.4. Tipos de PCR
6º semana	5. Secuenciación de ácidos nucleicos	5.1. Principios y fundamentos 5.2. Programas para el análisis de secuencias

Dicho esquema se lo ejecutará bajo la previa transferencia de un objeto virtual de aprendizaje (OVA), a los estudiantes, cuyo contenido abarcará información al respecto de los temas a tratar, refuerzo a través de actividades, tareas y resolución de ejercicios, así como guías para el desarrollo de las propuestas investigativas, recursos que serán elaborados y detallados posteriormente.

## 5.2. Diseños de estrategias pedagógicas bajo el ABP

Previo al diseño de las estrategias pedagógicas enmarcadas bajo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se consideraron los siguientes pasos para implementar esta metodología en la unidad temática antes mencionada (Figura 27), mismos que han sido definidos en relación a la experiencia de los docentes entrevistados y el análisis de la literatura expuesta, entre ellos Castellano (2020), García y Quijano (2015), Orellana-Torres (2020) y Yusri et al. (2019).



**Figura 27.** Pasos para la elaboración de estrategias pedagógicas bajo la metodología ABP

**Fuente:** Adaptado de Castellano (2020) y García y Quijano (2015).

A continuación, se describe cada uno de los pasos para la implementación del ABP y su adaptación a la unidad temática propuesta anteriormente, mencionando conjuntamente las estrategias pedagógicas y TIC que serán utilizadas y que orientarán al desarrollo de los proyectos investigativos planteados por los estudiantes.

### **5.2.1. Elección del tema**

El título de la unidad temática a trabajar es “Métodos de análisis de ácidos nucleicos y proteínas” en la que se propone partir de una introducción general (Tema 1) de las medidas de seguridad en el laboratorio, las principales técnicas usadas en el campo de la biología molecular y su aplicación en varias áreas investigativas como el diagnóstico de enfermedades infecciosas, identificación de microorganismos patógenos, medicina forense, ciencias agronómicas, filogenia, entre otros. Para ello se usa un video atractivo y la lectura crítica de un artículo “Técnicas de Biología Molecular en el desarrollo de la investigación” para captar la atención de los estudiantes por algún área de interés y el posterior planteamiento del tema específico a trabajar durante el desarrollo del proyecto, el cual se enmarca bajo la pregunta *¿Cómo podríamos emplear las técnicas moleculares en la solución de problemas que aquejan a la sociedad actual?* como hilo conductor de los trabajos propuestos, los cuales se abordaran con relación a los siguientes tópicos:

- Detección de enfermedades con similar sintomatología
- Clasificación taxonómica de especies vegetales y animales
- Genes de resistencia a antibióticos
- Detección de enfermedades genéticas

En esta etapa resulta clave la motivación a los estudiantes, por parte del docente, en la importancia del tema seleccionado, su autenticidad, relevancia y aplicación real (Castellano, 2020), buscando su curiosidad, interés y entrega para iniciar la práctica de aprendizaje en grupos colaborativos conformados por al menos 4 integrantes (según su afinidad e intereses), los cuales serán estructurados a través de la creación de murales en la herramienta Padlet juntos con la delimitación del tema a investigar (Figura 28). Posterior a ello, el docente debe crear un canal por cada grupo de estudiantes en la



plataforma Microsoft Teams (Figura 29), con la finalidad de registrar y evidenciar todas las actividades futuras a desarrollarse bajo los tiempos establecidos.



Figura 28. Ejemplo de creación de murales en Padlet

Fuente: <https://padlet.com/ronaldnt1993/t-cnicas-de-biolog-a-molecul-a-abp-ghdzrwwlcf12x66z>

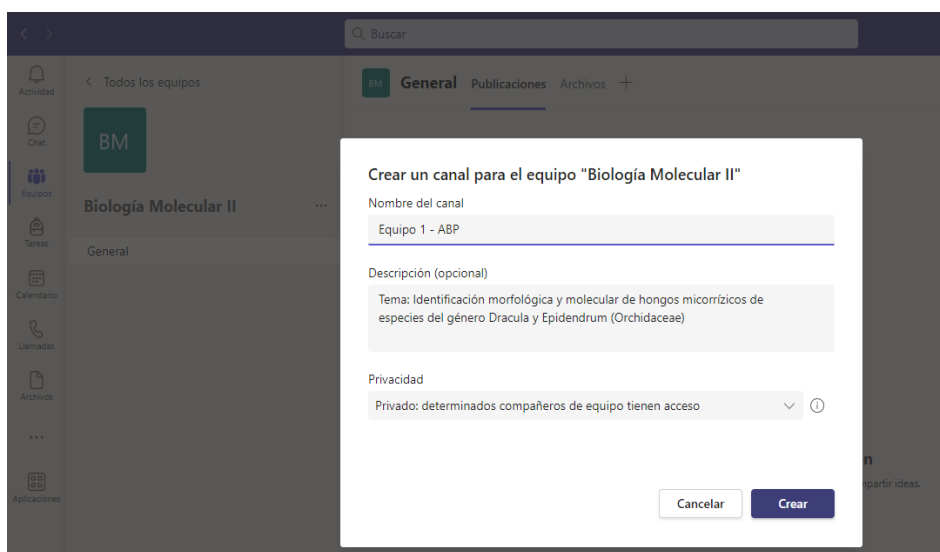


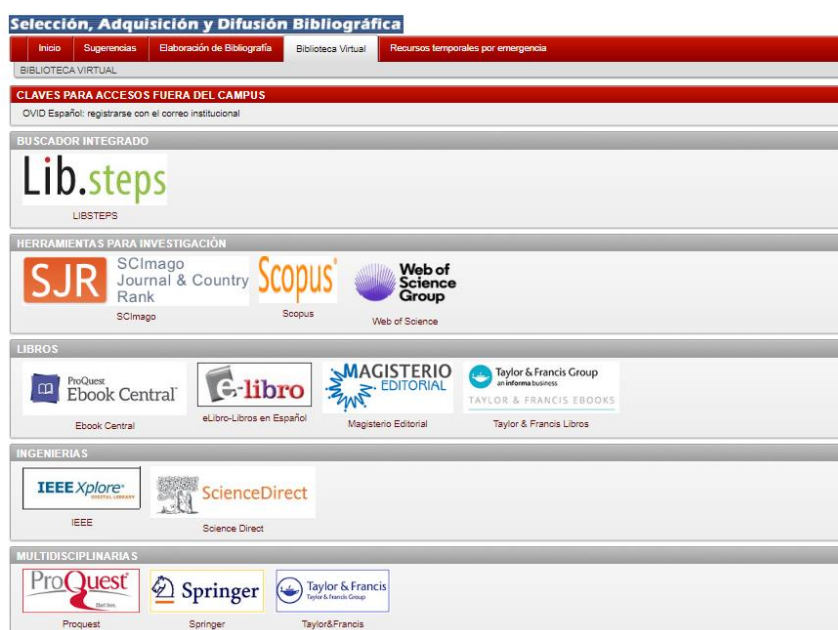
Figura 29. Ejemplo de creación de canales en Teams

Fuente: <https://bit.ly/3KDj6ID>

### 5.2.2. Tareas iniciales

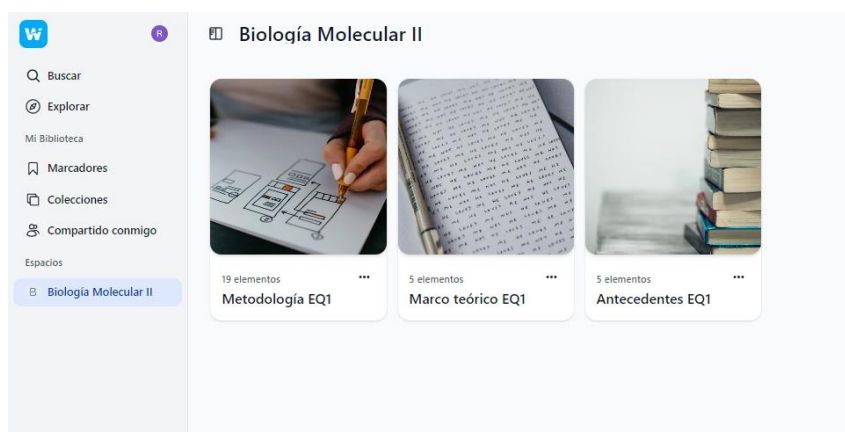
En este apartado, los estudiantes individual o grupalmente llevaran a cabo diversas actividades, fuera del aula, para la búsqueda de información y realización de un análisis de la literatura pertinente para la construcción del estado del arte del tema, el cual no

consiste meramente en una simple búsqueda bibliográfica, sino en plantear los pasos de una investigación real para que el aprendizaje sea más significativo (Orellana-Torres, 2020). Debido al amplio acceso de datos e información a través del internet, resulta primordial las sugerencias del docente, en el uso de motores de búsqueda y bases de datos académicos de la Universidad (Figura 30), así como la curación de contenidos de forma segmentada en relación con la estructura e intereses del investigador, para lo cual el docente planteará la selección y clasificación de al menos 10 trabajos académicos en la plataforma Wakelet para su respectiva revisión (Figura 31).



**Figura 30.** Base de datos de la Biblioteca virtual de la UTN

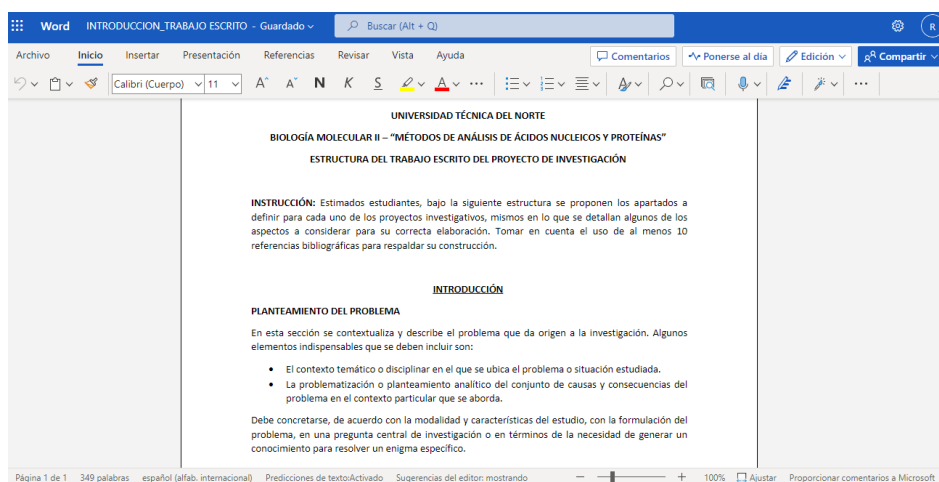
**Fuente:** <https://biblioteca.utn.edu.ec/>



**Figura 31.** Ejemplo de curación de contenidos en Wakelet

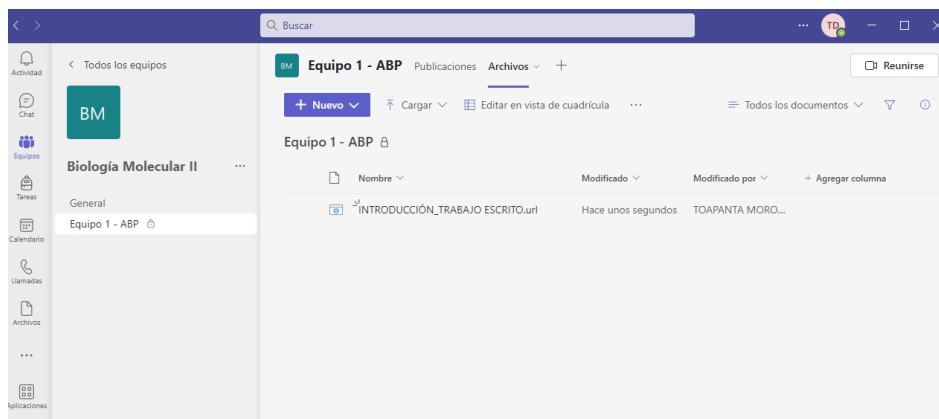
**Fuente:** <https://wakelet.com/i/invite?isSpace=true&code=m10tenol>

Previo a la estructuración del trabajo, el docente debe orientar a los grupos en la importancia que tiene la comprensión de los contenidos curriculares y la delegación de roles para cada integrante del equipo, a modo de reducir el tiempo en el desarrollo de las actividades didácticas y abordar óptimamente la información del proyecto. Para ello se hará empleo de Microsoft OneDrive como repositorio de alojamiento del archivo de texto generado por los equipos (Figura 32), el cual será anclado en el canal de Teams de cada grupo (Figura 33) para su respectiva guía y revisión en el aula por parte del docente, y a su vez dispuesto bajo el siguiente título “Introducción” cuyo contenido tendrá los siguientes apartados: antecedentes, planteamiento del problema y justificación; mismos en los que se respeten las buenas normas de redacción y estructuración, así como empleo de gestores bibliográficos para su correcta citación.



**Figura 32.** Ejemplo de archivo de Word generado en One Drive

**Fuente:** <https://bit.ly/3MKDnib>



**Figura 33.** Anclamiento del archivo de OneDrive en el canal de Teams

**Fuente:** <https://bit.ly/3KDj6ID>

### 5.2.3. Planificación

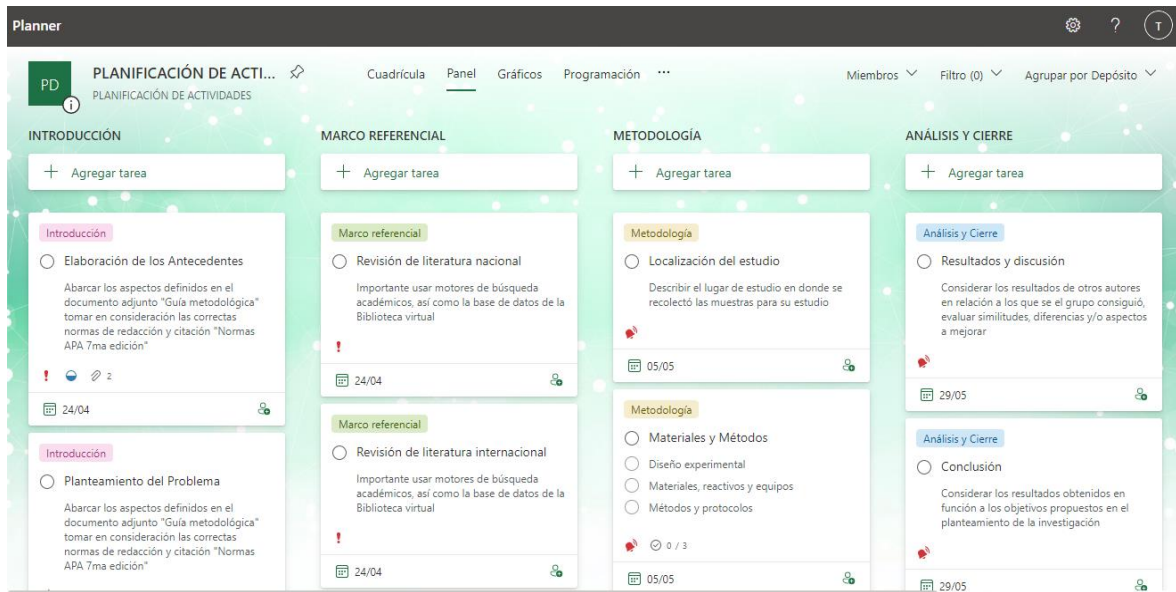
Una vez documentada la información del tema del proyecto, se realizará la planificación de actividades a llevar a cabo para dar respuesta al tema seleccionado (Yusri et al., 2019); en este punto se propone evaluar a los estudiantes en aspectos como: lo que se conoce del tema, la razón del por qué investigarlo y los resultados que se esperan obtener. En este sentido, se emplea un cuestionario con preguntas abiertas, enfocadas a indagar en aquellas cuestiones planteadas, mediante el aplicativo Microsoft Forms (Figura 34), misma en la que se puede dar retroalimentación para la corrección y mejora de las propuestas.



**Figura 34.** Ejemplo de la evaluación inicial en Forms

**Fuente:** <https://forms.office.com/r/5g6u2LgSXH>

Ya definidos estos aspectos, se deberá plantear a los estudiantes la estructuración de los objetivos generales y específicos de sus proyectos, así como las actividades y metodología que guíen al cumplimiento de los mismos (Orellana-Torres, 2020), para lo cual se propone una guía en la descripción de las principales técnicas moleculares (Tema 2 al Tema 5) y su redacción en el archivo de Microsoft OneDrive previamente generado (Figura 32) bajo los apartados: objetivos y metodología. Así también, el docente debe proponer la organización del grupo y de las actividades correspondientes mediante el empleo de la herramienta Microsoft Planner (Figura 35), asignando responsabilidades a cada integrante del grupo con las respectivas fechas límite para su desarrollo y cumplimiento.



**Figura 35.** Ejemplo de planificación de actividades en Planner

**Fuente:** <https://bit.ly/41vkmEs>

Finalizado lo anterior, se debe orientar a los estudiantes en el planteamiento de la hipótesis, a través de un video interactivo que recopile respuestas sobre su comprensión para la posterior formulación de la misma de forma clara y coherente, cuyo análisis será esclarecido tras la experimentación realizada por cada grupo de trabajo. En este aspecto, los estudiantes definirán además los materiales e insumos requeridos para realizar el trabajo investigativo en el laboratorio, para lo cual se tendrá que solicitar a los grupos enlistar los equipos, materiales y reactivos en los murales previamente realizados en Padlet (Figura 36).



**Figura 36.** Ejemplo de actividad en Padlet

**Fuente:** <https://padlet.com/ronaldnt1993/t-cnicas-de-biolog-a-molecular-abp-ghdzrwwlcf12x66z>

Para el control, guía y supervisión de las actividades, el docente deberá realizar una autoevaluación a los grupos de trabajo bajo una rúbrica de evaluación (Anexo L) que oriente a los estudiantes en el cumplimiento de los requisitos expuestos, haciendo a su vez correcciones en los aspectos mal planteados en búsqueda de la mejora continua de sus propuestas, antes de su experimentación y entrega final, lo cual desde luego fomenta la dirección, autorregulación, la toma de decisiones, la comunicación, la colaboración y la retroalimentación entre compañeros y con el docente, habilidades valiosas en el desarrollo personal y profesional de los estudiantes (Orellana-Torres, 2020).

#### 5.2.4. Acción

A partir de los conocimientos adquiridos, los estudiantes construyen el conocimiento y lo plasman en el desarrollo del trabajo investigativo, bajo la metodología definida anteriormente con el apoyo absoluto del docente, siguiendo correctamente los protocolos y medidas de seguridad en el laboratorio. Con ello, se espera no solo el trabajo colaborativo del grupo y del docente, sino también el fomentar la cooperación de estudiantes de niveles superiores y de profesores de otras áreas relacionadas, a fin de realizar correctamente la experimentación y la solución de inquietudes.



**Figura 37.** Ejemplo del trabajo grupal en Forms

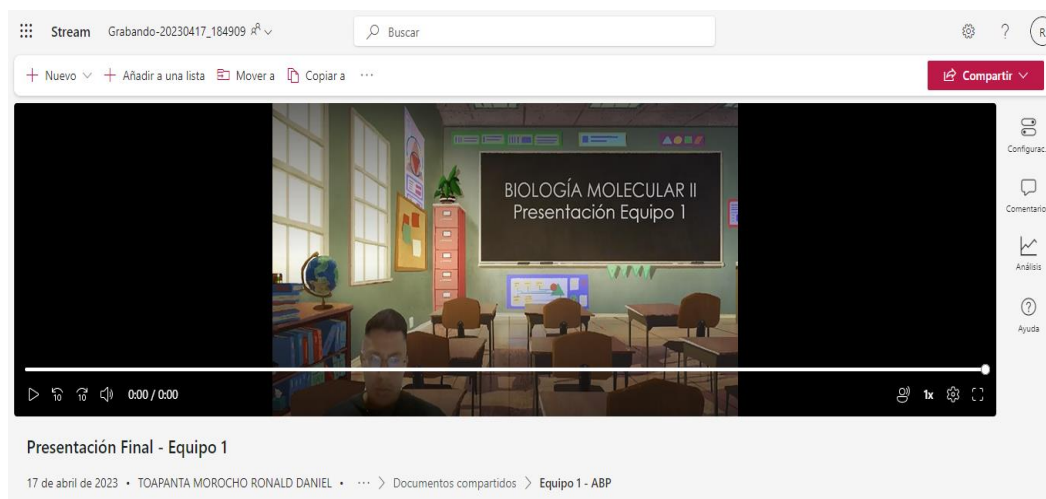
**Fuente:** <https://forms.office.com/r/sbNd0wV7Nk>

Seguido del análisis e interpretación de los resultados conseguidos tras la praxis en el laboratorio, el docente debe supervisar el logro de los objetivos planteados, a través

de un cuestionario con preguntas abiertas en Microsoft Forms (Figura 37), dando una retroalimentación final para la culminación del proyecto investigativo.

### 5.2.5. Socialización

Difusión pública de los resultados de cada proyecto a través de la exposición oral de cada grupo (Castellano, 2020), mismos que pueden llevarse a cabo en el aula, a través de casas abiertas, conferencias, y/o de forma virtual, mediante el uso de cualquier herramienta digital (Genially, Canva, PowerPoint) para la presentación de contenidos o la elaboración de posters científicos. En el caso de una presentación virtual, por limitación del tiempo presencial en el aula, las mismas pueden ser grabadas en formato de video en Teams o cualquier aplicación y ser archivadas en Microsoft Stream (Figura 38) para su alojamiento y reproducción. Aquí también, resulta relevante la evaluación de cada grupo de trabajo a través de una rubrica (Anexo M), en la que los estudiantes tomen en cuenta todos los requisitos solicitados para la correcta presentación de sus trabajos y de la misma forma valoren de forma grupal lo expuesto por los otros equipos (coevaluación).



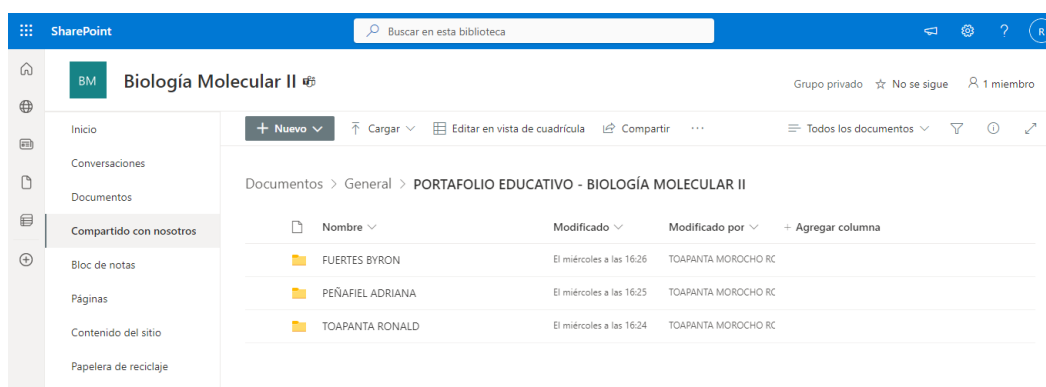
**Figura 38.** Ejemplo de grabación de video en Stream

**Fuente:** <https://bit.ly/40hfIOV>

### 5.2.6. Evaluación

Para la evaluación de toda la experiencia de aprendizaje (Yusri et al., 2019), se tuvo en cuenta el tema central del proyecto, los resultados obtenidos, el trabajo escrito final, la entrega del portafolio (documentos, cuestionarios, plantilla de planificación,

actividades, video) (Figura 39) y las rúbricas empleadas en las evaluaciones anteriormente descritas, todos ellos alineados al objetivo y resultado de aprendizaje establecido en la planificación de la unidad temática, para lo cual se realizó una heteroevaluación siguiendo el diseño de Aliaga et al. (2021) y autoevaluación en base a la propuesta de De la Cruz et al. (2022), y García y Quijano (2015), mediante el empleo de rúbricas respectivas para cada caso (Anexo N y Anexo O), estipulando los indicadores a través de los cuales se analiza el grado de adquisición de habilidades investigativas en los estudiantes.



**Figura 39.** Ejemplo de Portafolio educativo cargado en OneDrive y Teams.

**Fuente:** <https://bit.ly/3UT8BFX>

### 5.2.7. Tutoría del docente

Este paso extra se lo considera dentro de la presente propuesta, debido a que una de las etapas críticas en la consecución de esta metodología, es la orientación que el docente debe tener en todo el proceso académico e investigativo de los estudiantes, aclarando que la tutoría es un factor clave para la motivación, el apoyo y el correcto desarrollo de sus proyectos, no obstante, al ser una sobre carga de trabajo para el profesor, se propone también una metodología de tutoría a adaptarse en el ABP y el posterior desarrollo del OVA siguiendo las sugerencias planteadas por Llerena y Ayala (2022) las cuales consisten en una *primera fase* en la que se establece el diálogo entre los estudiantes y el profesor, presencial o virtual, manteniendo una comunicación asertiva y efectiva que motive a los estudiantes a interesarse por el tema a investigar; una *segunda fase* que consiste en la guía en el diseño de la experimentación para el logro de los resultados de sus propuestas; una *tercera fase* que abarca el seguimiento y revisión en la estructura del formato y escritura del trabajo final; y finalmente una *cuarta fase* en donde se propone



varias simulaciones de práctica para el éxito en la difusión de los resultados recomendando herramientas como Teams, Whatsapp, correo institucional, entre otros.

### 5.3. Creación del objeto virtual de aprendizaje (OVA)

La creación del OVA se llevó a cabo con el empleo de la versión actualizada del programa Exelearning, v.2.8., cuya instalación se la realizó de forma libre y gratuita en el hosting local del computador, y mediante la metodología de diseño instruccional de Merrill (2002), misma en la que se propone que el desarrollo de nuevos conocimientos y habilidades se logra resolviendo un problema real, lo cual sin duda acompaña al enfoque constructivista de la metodología ABP (Jiménez, 2015) que es la base de esta propuesta. A esto se suman la implementación de recursos y actividades didácticas, con base a lo anteriormente descrito, haciendo uso de herramientas propias de Exelearning, así como el empleo de recursos digitales externos para la gestión de los proyectos investigativos (Tabla 25). Montero et al. (2020) agregan que la incorporación de las TIC al proceso de enseñanza-aprendizaje contribuye al desarrollo continuo de las habilidades investigativas en los estudiantes.

**Tabla 25.** Herramientas empleadas para la creación del OVA.

Herramientas Exelearning	Recursos didácticos	Árbol de contenidos, plantillas, archivos, páginas web, URL
	Actividades académicas	Cuestionarios, completar, verdadero o falso, videos interactivos, sopa de letras, rúbricas de evaluación
Herramientas Web 2.0	Recursos didácticos	YouTube, GoConqr, Canva, herramientas de Microsoft office 365
	Actividades académicas	Microsoft Teams, Microsoft Forms, Padlet, Educaplay
	Gestión de proyectos e investigación	Planificación (Microsoft Planner), buscadores académicos (Google Scholar, Scopus, Web of Science), gestor bibliográfico (Mendeley), almacenamiento (OneDrive), encuestas (Forms), contenidos (Wakelet).

**Fuente:** El autor (2023).

A continuación, se detallan los principios que definen al diseño instruccional de Merrill (2002) bajo los cuales se diseñó el presente OVA:

### 5.3.1. Tareas o problemas reales

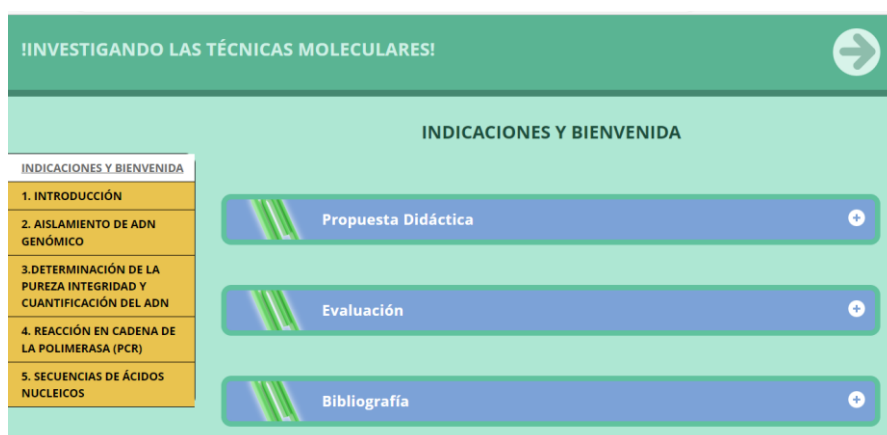


Figura 40. Estructuración del árbol de contenidos y pantalla de inicio del OVA.

El aprendizaje se promueve a través de estrategias pedagógicas centradas en la solución de una tarea o proyecto de interés para los alumnos, en el que participan activamente a través de la búsqueda de información, desarrollo de habilidades y autorregulación de sus tareas, desde las más simples hasta las más complejas, recibiendo el acompañamiento y guía del docente. En base a lo expuesto, el desarrollo del OVA “Investigando las Técnicas Moleculares” comienza con una breve descripción del recurso y la estructuración del árbol de contenidos (Figura 40) bajo la planificación detallada en la Tabla 24, comenzando con un primer tema titulado “Introducción” (Figura 41) en la que se detalla tanto la teoría, el uso de videos interactivos, así como los temas generales bajo los cuales los estudiantes captaran su atención e interés para desarrollarlos en el marco de un proyecto investigativo a ser presentado a fin de la unidad, en donde previamente deberán formar equipos de trabajo de al menos 4 integrantes (Figura 42).



Figura 41. Estructuración del Tema 1 "Introducción"

**1. INTRODUCCIÓN**

**Actividad de inicio**

Para dar paso a este nuevo contenido, vamos a recordar lo que es la Biología Molecular y sus principales aplicaciones al beneficio de la sociedad, para lo cual deberán observar el siguiente video interactivo y contestar las preguntas planteadas. Concluido esto, tomar una captura de pantalla de la puntuación obtenida para almacenarla, posteriormente, en el respectivo [portafolio educativo](#) de cada estudiante.

# 2 ✓ 0 ✗ 0 0 00:21



¿El ADN se lo puede encontrar únicamente dentro del núcleo de las células?

**Contenidos**

**¡Excelente!** Una vez finalizada la actividad anterior, se presentan los contenidos de esta primera temática, mismos que serán desarrollados en las pestañas posteriores de este recurso, estos son:

- [1.1. Medidas de seguridad en el laboratorio](#)
- [1.2. Uso de equipos e instrumentos de laboratorio](#)
- [1.3. Generalidades de los ácidos nucleicos](#)
- [1.4. Aplicaciones de las técnicas moleculares](#)

**Proyecto investigativo (Trabajo colaborativo)**

Al trabajar bajo la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos, los estudiantes llevarán a cabo el desarrollo de un proyecto investigativo, a presentarse a fin de la unidad, para lo cual una de las primeras actividades a desarrollar es la formación de equipos de trabajo integrados por 4 estudiantes para su respectivo planteamiento y ejecución, para ello se hará uso de un mural en Padlet para su conformación, tomando en consideración los siguientes requisitos:

- N° de Equipo,
- Delimitación del tema,
- Integrantes.



**Figura 42.** Contenidos de la Introducción: Actividad de inicio, Contenidos, Proyecto investigativo

**Nota:** El contenido del resto de temas generales del OVA se estructuran bajo apartados similares.

### 5.3.2. Activación

El aprendizaje inicia en base a los conocimientos, experiencias o habilidades previas del estudiante, cuya activación se consigue tras sumergirlo en situaciones a las que se ve obligado a recordar, describir o demostrar lo que ya conoce y compartirlo con otros, estructurando así la base para la adquisición de los nuevos conocimientos. En este sentido, el árbol de contenidos planteado anteriormente resulta importante en la

organización y estructuración de los conocimientos que el estudiante aprenderá a medida que avanza en el transcurso de la unidad, conteniendo en cada apartado la teoría necesaria para el abordamiento del tema (Figura 43), así como la propuesta de actividades didácticas para su comprensión (Figura 44).

**1.2. Uso de equipos e instrumentos de laboratorio**

INDICACIONES Y BIENVENIDA
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>
1.1. Medidas de seguridad en el laboratorio
1.2. Uso de equipos e instrumentos de laboratorio
1.3. Generalidades de los ácidos nucleicos
1.4. Aplicaciones de las Técnicas moleculares
<b>2. AISLAMIENTO DE ADN GENÓMICO</b>

Instrumentos de laboratorio

Equipos de laboratorio

Actividad didáctica

Equipos de laboratorio



**Figura 43.** Estructuración y contenidos del subtema 1.2. "Uso de equipos e instrumentos de laboratorio"

**Nota:** El contenido del resto de subtemas del OVA se estructuran bajo apartados similares.

Actividad didáctica

De los instrumentos y equipos detallados anteriormente, hallar 5 de ellos en la siguiente sopa de letras, los cuales representan de mayor importancia en el trabajo diario del laboratorio de biología molecular. Concluido esto, tomar una captura de pantalla de la puntuación obtenida para almacenarla, posteriormente, en el respectivo [portafolio educativo](#) de cada estudiante.

# 5 ✓ 0 ❌ 0 00:00



Pulse aquí para jugar

**Figura 44.** Actividad didáctica en el subtema 1.2. "Uso de equipos e instrumentos de laboratorio"

### 5.3.3. Demostración

The screenshot shows a course interface. On the left is a sidebar with a table of contents:

INDICACIONES Y BIENVENIDA
1. INTRODUCCIÓN
1.1. Medidas de seguridad en el laboratorio
1.2. Uso de equipos e instrumentos de laboratorio
1.3. Generalidades de los ácidos nucleicos
1.4. Aplicaciones de las Técnicas moleculares
2. AISLAMIENTO DE ADN GENÓMICO

The main content area is titled "1.4. Aplicaciones de las Técnicas moleculares" and contains three expandable sections: "Desafío", "Aplicaciones en la investigación", and "Proyecto investigativo (Trabajo colaborativo)". The "Proyecto investigativo" section is expanded, showing the following details:

- Duración:** 1 semana
- Grupos:** 4 alumnos
- !Una vez definidos sus temas a desarrollar! el docente, previamente, es encargado de registrar sus grupos a respectivos canales en Teams para la evidencia y supervisión de sus actividades, las cuales están destinadas en este caso a la "elaboración del estado del arte de sus temas", para lo cual se realizarán las siguientes tareas:
- [Fundamentación bibliográfica](#)
- [Elaboración de la introducción](#)
- [Recursos complementarios](#)

**Figura 45.** Estructuración y contenidos del subtema 1.4. "Aplicaciones de las Técnicas moleculares "  
**Nota:** En la pestaña Proyecto investigativo se colocan varias actividades para el desarrollo del trabajo.

The screenshot shows a detailed view of the "Proyecto investigativo (Trabajo colaborativo)" section. It includes the following details:

- Duración:** 24 horas
- Grupos:** 4 alumnos
- !Una vez corregidas y definidas sus propuestas investigativas!, cada grupo de trabajo deberá plantear los objetivos que guiarán al desarrollo de sus proyectos, para ello deberán realizar las siguientes actividades:
- [Definición de objetivos](#)
- [Planificación de actividades](#)
- [Recursos complementarios](#)

**Figura 46.** Actividades propuestas para el Proyecto, en el tema 2. "Aislamiento de ADN genómico"

Este se refiere a proveer a los estudiantes ejemplos de las habilidades que serán aprendidas en relación con los contenidos temáticos a abordar y las actividades para el desarrollo de los proyectos a resolver, entre ellos la búsqueda y selección de información (Figura 45), la definición de objetivos, la planificación de actividades (Figura 46), la metodología a desarrollar (Figura 47), así como los presuntos resultados a obtener; es así

como la adquisición del aprendizaje es más eficaz, ya que en base a la demostración se orienta a los estudiantes en la organización de la información para sus casos particulares, y que a su vez será reforzado a medida que los participantes investigan, discuten y colaboran entre sí sobre los medios que requieren para el desarrollo de sus trabajos.



**Figura 47.** Actividades propuestas para el Proyecto, en el subtema 2.2. "Técnicas de extracción"



**Figura 48.** Actividades propuestas para el Proyecto, en el subtema 3.3. "Electroforesis"

En relación a lo anteriormente descrito, a medida que se exponen los contenidos en el diseño del OVA, se añaden también videos explicativos (de fuentes externas y de autoría propia) de las prácticas a realizar para su comprensión, particularmente en los temas: 2. "Aislamiento de ADN genómico" (Figura 47), 3. "Determinación de la pureza y cuantificación del ADN" (Figura 48), 4. "Reacción en cadena de la polimerasa" (Figura

49). Así también, se incluyen documentos y archivos relevantes para la profundización de los contenidos en caso de que algún estudiante o grupo lo requiera.

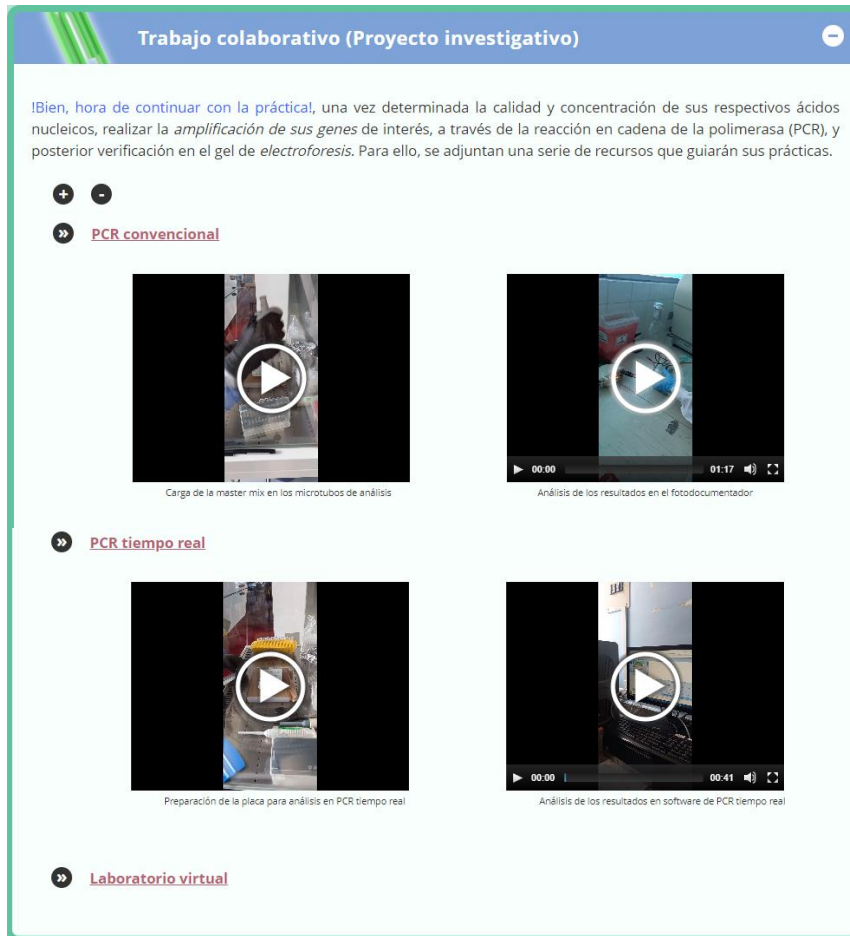


Figura 49. Videos propios de apoyo propuestos para el Proyecto, en el subtema 4.4. "Tipos de PCR"

### 5.3.4. Aplicación

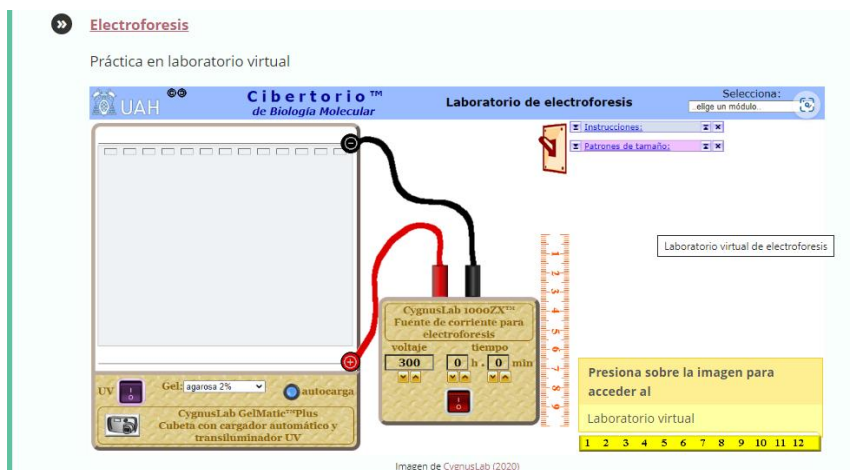


Figura 50. Integración de laboratorios virtuales (externos) para la aplicación de los conocimientos

Este principio consiste en generar oportunidades para que los estudiantes apliquen y pongan en práctica los nuevos conocimientos y habilidades recién adquiridos, mismos que evidenciarán la autonomía, el trabajo colaborativo, la autorregulación y la toma de decisiones de los estudiantes, individualmente o dentro de sus grupos, a través de la solución de problemas con varios grados de dificultad y/o el desarrollo del proyecto investigativo como tal, para ello se utilizaron recursos como laboratorios virtuales para enriquecer y aplicar los conocimientos respectivos (Figura 50).

**Actividad de inicio**

En este punto se espera que cada grupo tenga concluido el trabajo escrito de sus proyectos, desde la delimitación del tema hasta la metodología a emplear, por lo cual se realizará una autoevaluación grupal con el objetivo de corregir aquellos aspectos mal planteados del documento antes mencionado, los cuales serán revisados bajo la siguiente rúbrica. Una vez finalizado esto, guardar el documento en formato PDF y subirlo a cada uno de sus portafolios educativos.

*Rúbrica de autoevaluación grupal de las propuestas investigativas* [Aplicar](#)

	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Suficiente</b>	<b>No Suficiente</b>
<b>Título del proyecto</b>	Está claramente definido, según la naturaleza del proyecto (5)	Está definido de manera general, según la naturaleza del proyecto (3)	Está parcialmente definido, según la naturaleza del proyecto (1)	No está claramente definido, según la naturaleza del proyecto (0)
<b>Problema de estudio</b>	Está claramente identificado y se describe de manera precisa (10)	Está parcialmente identificado y se describe de manera precisa (8)	Está parcialmente identificado y se describe de manera parcial (7)	El problema no está definido y no puede ser descrito (0)
<b>Antecedentes</b>	Presenta una revisión extensa de las fuentes relevantes, citación de las obras más pertinentes en el campo. (10)	La revisión de las fuentes relevantes es buena, hay una citación de las obras más pertinentes en el campo. (8)	La revisión de las fuentes relevantes es adecuada, cita la mayoría de las obras más pertinentes en el campo. (7)	La revisión es mínima de las fuentes relevantes, escasa citación de las obras pertinentes en el campo. (0)
<b>Justificación</b>	Está definida de manera clara y se sustenta de forma objetiva. (10)	Está definida de manera parcial y se sustenta de forma objetiva. (8)	Está definida de manera parcial y se sustenta de forma poco objetiva (7)	No está definida y/o no se sustenta de forma objetiva (0)

**Figura 51.** Rúbrica de autoevaluación en el tema 3. "Pureza y cuantificación del ADN"

**Casos prácticos**

Una vez abarcados los principales aspectos que definen a cada tipo de PCR, resolver los siguientes estudios de caso para la consolidación de los conocimientos.

- [Actividad - PCR convencional](#)
- [Actividad - PCR tiempo real](#)
- [Actividad - PCR múltiplex](#)

**Figura 52.** Estudios de caso planteados en el tema 4.4. "Tipos de PCR"

Esta etapa es más efectiva cuando los estudiantes reciben retroalimentación intrínseca o correctiva de sus actividades, por lo que la tutoría del docente resulta imprescindible en esta etapa, siendo empleadas en este caso rúbricas de evaluación que guíen a los estudiantes en el cumplimiento de sus trabajos (Figura 51). De este modo, la aplicación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes, se verán reflejados en el OVA gracias a las actividades didácticas propuestas al final de cada temática, las cuales



consisten en la resolución de problemas reales que pueden surgir tanto en la práctica como en el análisis de los resultados obtenidos mediante el empleo de técnicas moleculares (Figura 52), así como de los documentos entregables en cuanto al desarrollo del proyecto de investigación.

### 5.3.5. Integración

En donde el aprendizaje se consigue a través de la transferencia de los nuevos conocimientos y habilidades adquiridas, a la vida cotidiana del participante, esto por medio de la demostración, reflexión, síntesis y aplicación de lo aprendido durante toda su experiencia de aprendizaje, corroborando así al desarrollo de sus competencias profesionales. Así para la implementación de este principio en el diseño del OVA, se planteó a cada grupo de trabajo: la difusión de sus resultados por intermedio de aplicaciones digitales empleadas para la elaboración de diapositivas, posters científicos, y el video de sus presentaciones (Figura 53).

!Para finalizar sus trabajos investigativos! cada equipo de trabajo elaborará las diapositivas para la respectiva socialización de los resultados conseguidos, mismos que serán presentados de forma presencial y en formato de video para su respectivo almacenamiento en Microsoft Stream. Cada presentación será valorada bajo una coevaluación por grupos, es decir cada equipo valorará la exposición de sus compañeros bajo la siguiente rúbrica:

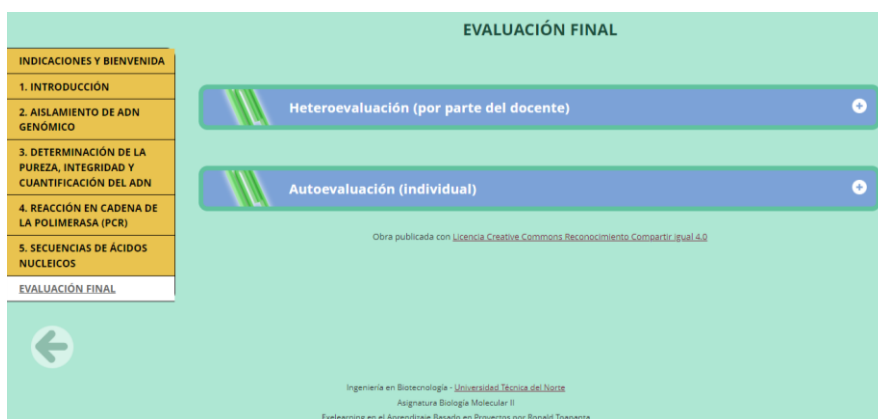
Rúbrica de coevaluación para la exposición de grupos [Aplicar](#)

	Avanzado	Satisfactorio	Mínimo	Insuficiente	Observaciones
Propone explicaciones para algunos fenómenos, basado en conocimiento científico y en su experimento	.	.	.	.	.
Formula una idea que serán analizadas a través de recolección de información y datos, aunque no sea confirmada sirve para responder a un problema planteado	.	.	.	.	.
Determina el tiempo de fuente de información, seleccionando los textos precisos y eficaces para obtener mejor respuestas del planteamiento del problema seleccionado	.	.	.	.	.
Interpreta textos y documentos científicos, identificando palabras y significados	.	.	.	.	.

**Figura 53.** Indicaciones y rúbrica para la socialización de resultados

Por último, el OVA desarrollado cuenta con una evaluación final de toda la experiencia de aprendizaje (Figura 54), en donde la metodología del ABP sugiere que ésta sea de tipo heteroevaluativa y autoevaluativa, valorando todas las actividades planteadas para el desarrollo del proyecto y el portafolio educativo, así como el autoanálisis de las habilidades investigativas adquiridas por parte del estudiante,

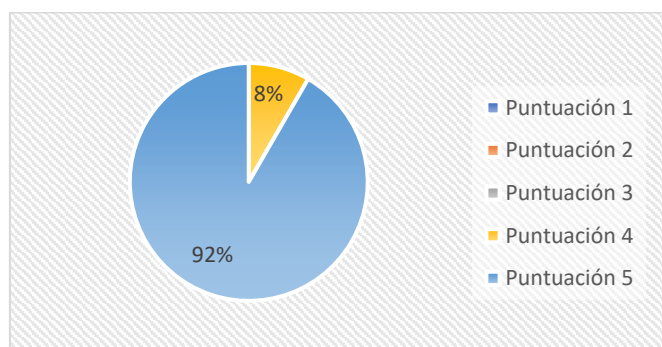
respectivamente. Para la visualización del recurso, se adjunta el siguiente enlace de OneDrive (<https://bit.ly/446o4GL>) en donde se encuentra almacenada la carpeta comprimida ZIP, la cual deberá ser descargada para la posterior búsqueda y acceso al OVA a través del archivo titulado “*index*” en formato HTML.



**Figura 54.** Evaluación final de la experiencia educativa a través de la metodología ABP y el uso del OVA

#### 5.4. Análisis de la calidad del OVA

Para la evaluación de la calidad del OVA se realizó previamente una capacitación a todos los docentes interesados de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, misma en la que se detalló las bondades tanto de la herramienta Exelearning para la creación de objetos de aprendizaje, así como el empleo de la metodología ABP para tratar contenidos temáticos, bajo la elaboración de proyectos tentativos que de una u otra forma promuevan el desarrollo de las habilidades investigativas en los educandos; finalizado esto, se valoró la calidad del OVA a través del instrumento COdA v.1.1., el cual es un cuestionario con 10 criterios de calidad (Anexo P) distribuidos en dos ejes, didáctico y tecnológico, y puntuables en el rango de 1 (mínimo) a 5 (máximo) (Fernández-Pampillón et al., 2012).



**Figura 55.** Calidad del OVA con relación a su puntuación general

Los resultados obtenidos de dicho instrumento se los presenta de forma consolidada, a través de la Figura 55, donde se recopilaron las respuestas de cuatro docentes externos quienes evaluaron voluntariamente el recurso. De este modo, se aprecia de forma general que el 92% y el 8% de los encuestados califican al recurso diseñado con una valoración de 5 y 4 respectivamente, lo cual evidencia la excelente calidad del OVA y su potencialidad a ser usado como recurso educativo en el aula, destacando algunas de las observaciones que desprendieron de cada criterio:

1. *Objetivos y coherencia didáctica del OA:* el recurso detalla inicialmente su propuesta didáctica, planificación de la unidad temática, evaluación y bibliografía.
2. *Calidad de los contenidos del OA:* la presentación de los contenidos y actividades son claras y adecuadas para el nivel correspondiente, respetando los derechos de autor a través de la citación de sus fuentes.
3. *Capacidad de generar reflexión, crítica e innovación:* al trabajar bajo la metodología ABP, los contenidos van enfocados a promover estos aspectos gracias al desarrollo de su proyecto investigativo.
4. *Interactividad y adaptabilidad:* las actividades propuestas son atractivas y promueven la participación de los estudiantes, además de que el contenido es adaptable y flexible a los distintos tipos de aprendizaje de los alumnos.
5. *Motivación:* el OVA hace referencias directas a la utilidad de los contenidos en el mundo real a través de estudios de caso en donde el participante percibe que lo que aprende es relevante en su entorno profesional y/o social.
6. *Formato y diseño:* el diseño es claro y conciso gracias al árbol de contenidos y jerarquización, incluye varios formatos multimodales como textos, imágenes y videos, tanto para los contenidos como para la gestión de los proyectos.
7. *Usabilidad:* la interfaz es intuitiva, guiando al estudiante en su correcta navegación, donde todos los hipervínculos adjuntos funcionan correctamente.
8. *Accesibilidad:* este aspecto no aplica.
9. *Reusabilidad:* el contenido del material se organiza de modo que se facilite su actualización, así también como utilizarse en diversos entornos de aprendizaje.
10. *Interoperabilidad:* el OVA puede ser utilizado en varios entornos como Moodle, almacenado en OneDrive para su descarga y ejecución en el computador personal.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

De manera general, la metodología EA utilizada por los docentes entrevistados de las asignaturas formativas en el perfil profesional de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, se basa en el uso de estrategias pedagógicas como el flipped classroom, la metodología ABP, el uso de las TIC en las actividades académicas, así como el planteamiento de estudios de caso reales, que llevan al estudiante a la resolución de problemas cotidianos, lo cual sin duda promueven el aprendizaje y desarrollo de habilidades investigativas en los mismos, en donde la formación y grado de experiencia del docente tienen también un impacto positivo en la adquisición de dichos aspectos, encontrando particularmente que aquella asignatura que presentó una mayor adquisición de habilidades investigativas en sus estudiantes, fue aquella donde el docente cuenta con un doctorado y varios trabajos de titulación dirigidos bajo su cargo.

A lo expuesto, se suman las clases magistrales que los docentes imparten, que pese a ser consideradas como una enseñanza tradicional, tienen un alto grado de percepción y satisfacción por parte de los alumnos. No obstante, existen ciertas debilidades que dificultan el logro de los aprendizajes, ya que la mayor parte de los entrevistados concuerdan que la baja tasa de lectura, resistencia al inglés, debilidades en los conocimientos básicos, problemas de comunicación, así como la poca práctica en el laboratorio son aspectos que impiden a la promoción de dichas habilidades perseguidas, por lo cual los futuros esfuerzos deben ser enfocados a mejorar estos factores. Así también se agregan ciertos aspectos como la percepción que tienen los alumnos sobre la metodología del docente y el uso de las TIC en el aula, que pese a ser de gran satisfacción para los mismos, a través de las encuestas analizadas, existen ciertas alertas en algunas asignaturas obteniéndose los valores más bajos tanto en la percepción como en la adquisición de habilidades investigativas, por lo cual el desarrollo de la presente investigación y su posterior propuesta se sustentaron en potencializar estas variables.

Por su parte, dentro de las actividades curriculares empleadas en los estudiantes para fomentar el pensamiento científico, los docentes mencionan el planteamiento del

proyecto integrador, el cual es un trabajo colaborativo e interdisciplinario que desarrollan los discentes durante el transcurso del semestre, sin embargo, no se tiene un proceso consolidado de la metodología que coadyuve al seguimiento de los resultados obtenidos, por lo que el OVA propuesto se diseñó de tal manera que se persiguen los fundamentos y procesos recomendados por la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), además del diseño instruccional de Merrill. En dicho recurso se propusieron tanto contenidos y actividades didácticas que abarcan la unidad temática en cuestión, así como tareas dedicadas a la orientación y gestión de los proyectos investigativos de cada grupo de trabajo, mismas que han sido dirigidas principalmente a promover las habilidades de planificación y ejecución de los proyectos, las cuales presentaron mayores debilidades en los estudiantes, tras el análisis respectivo de las encuestas.

Para el diseño y creación del objeto virtual de aprendizaje (OVA), la herramienta Exelearning resultó primordial gracias a su interfaz y manejo intuitivo que presenta al usuario; los contenidos de la misma siguieron las estrategias pedagógicas y TIC mencionadas por los docentes entrevistados y que presentaron una buena relación con la adquisición de habilidades investigativas en los estudiantes, destacándose entre ellas: el planteamiento de ejercicios y actividades reales, la sugerencia de lecturas para la profundización de los temas, el uso de videos académicos de apoyo para el aprendizaje, actividades basadas en el juego, la búsqueda en bases de datos académicas, la práctica en laboratorios virtuales y la integración de herramientas de Microsoft Office, siendo Teams una de las plataformas que se adoptó en mayor medida gracias a las opciones de gestión y administración para el trabajo colaborativo, la comunicación y el desarrollo de actividades que esta permite, además de que es una de las aplicaciones de mayor uso en la comunidad educativa de la carrera.

El análisis de la calidad del OVA desarrollado, a través del instrumento COdA, refleja las excelentes características que este presenta en torno a los componentes didácticos y tecnológicos que lo constituyen, obteniendo la puntuación de 5 en la mayoría de los criterios considerados, resultando primordial el enfoque socioconstructivista sobre el que se basó su diseño, ya que este presenta actividades que sin duda promueven la reflexión, pensamiento crítico, toma de decisiones y autonomía de los alumnos, fortaleciendo además las estructuras cognitivas de los estudiantes gracias a la síntesis y organización de la información contenida dentro del recurso.

## 5.2. Recomendaciones

La implementación de diseños mixtos de investigación requieren de una mayor dedicación de tiempo para su ejecución, debido a la exhaustividad de sus métodos, la rigurosidad en el diseño y validación de los instrumentos, así como a las dificultades en la recolección y análisis de los datos, requiriendo el presente estudio de un tiempo prudencial para el desarrollo de sus métodos cualitativo y cuantitativo, así como para la conjunción de los resultados obtenidos de ambos enfoques, y el posterior diseño de la propuesta pedagógica, por lo que estudios futuros que desprendan de este trabajo, como la aplicación del OVA en el grupo de estudiantes, deben diseñarse y planificarse dentro los tiempos requeridos, considerando todos los factores antes mencionados.

Dentro de las estrategias didácticas que promueven el aprendizaje de los contenidos y el desarrollo de habilidades investigativas en el aula, resulta importante la capacitación continua del profesorado en metodologías modernas y activas de enseñanza-aprendizaje, entre ellas: el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo, flipped classroom, design thinking, entre otros; así como la implementación y uso de las TIC en toda su práctica docente, desde la preparación y planificación de las clases, hasta la gestión de las actividades académicas y procesos investigativos, lo cual sin duda es impulsado con el apoyo y dirección de las autoridades pertinentes, en el reconocimiento de estas prácticas para el logro de la calidad educativa.

El uso de la metodología del ABP propone un sin número de pasos a seguir propuestos por varios autores y centros educativos dedicados a su adopción en las practicas educativas, sin embargo, es importante considerar el contexto educativo, así como los objetivos de aprendizaje que se pretenden alcanzar para su implementación en el aula, siendo de gran importancia la tutoría y seguimiento del docente durante toda la experiencia de aprendizaje, evitando así confusiones y cambios de roles de los estudiantes, desequilibrio en la organización de los grupos de trabajo, y la evaluación de los resultados de aprendizaje en base a técnicas solamente tradicionales.

Para un análisis más a detalle del modo en el que influyen la metodología del docente y el uso de las TIC en la adquisición de habilidades investigativas, se recomienda realizar análisis correlacionales de las variables, como el coeficiente de Pearson.

## REFERENCIAS

- Aguado-Moralejo, I. (2021). eXeLearning como herramienta para la virtualización de la enseñanza: el diseño de Objetos de Aprendizaje para el estudio del paisaje urbano. *IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica*, 26, 1–20.
- Alfaro, D., Evaristo, T., Ayala de la Vega, G., Palomino, C., León-Manco, R., & Quitzaard, A. (2017). Motivación, estrategias de aprendizaje y su relación con el nivel de habilidades investigativas en estudiantes de posgrado. Un estudio piloto. *Odontología Sanmarquina*, 20(1), 7–12. <https://doi.org/10.15381/os.v20i1.13541>
- Aliaga, A., Juárez, L., & Herrera, R. (2021). Design and content validity of a socioformative rubric to evaluate investigative skills in postgraduate. *Apuntes Universitarios*, 11(2), 63–82. <https://doi.org/10.17162/au.v11i2.632>
- Alonso, R., Lazo, R., & Pacheco, J. (2014). La calidad de objetos de aprendizaje reutilizables producidos en un curso mediado por la universidad virtual de la salud. *Revista Habanera de Ciencias Medicas*, 13(5), 782–789.
- Alvarado, E. (2016). Liderazgo creativo y habilidad investigativa en estudiantes de maestría en Educación de la UNCP - Huancayo [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Centro de Perú]. <https://bit.ly/3LTg5VI>
- Alvarez, A. G., Dal Sasso, G. T. M., Sriram, M., Schmitt, J., & de Andrade, D. F. (2018). Quality analysis of the virtual learning object for nursing pain assessment. *Revista Cubana de Enfermería*, 34(3), 624–636.
- Ambato, B. (2021). *Relación del aprendizaje basado en proyectos y las emociones en estudiantes de quinto semestre de la Facultad de Cultura Física de la Universidad Central del Ecuador, en el período académico 2021-2021* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <https://bit.ly/3MiFObe>
- Andrade, A., & Rojas, G. (2016). *Diseño de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) sobre algunos ciclos biogeoquímicos para estudiantes del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. <https://bit.ly/3NpUFRV>
- Antezana, P., & Lucero, J. (2019). “Aprendizaje basado en proyectos de investigación acción participativa para el desarrollo de habilidades investigativas y actitudinales en el aula (y fuera de ella). *Orbis Tertius UPAL*, 3(6), 103–130. <https://www.biblioteca.upal.edu.bo/htdocs/ojs/index.php/orbis/article/view/22/41>
- Aparicio, O. (2019). Uso y apropiación de las TIC en educación. *Revista Interamericana*

- de Investigación, Educación y Pedagogía RIIEP*, 12(1), 253–284.  
<https://doi.org/10.15332/S1657-107X.2019.0001.04>
- Araiza, M. de J., Doerfer, C., & Castillo, R. (2012). Las percepciones de los catedráticos de una institución de educación superior en la usanza de las TIC en su compromiso de la enseñanza. *Revista ECEDIGITAL*, 4. <https://bit.ly/3LBFLqm>
- Arbeláez, M. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) un instrumento para la investigación. *Investigaciones Andina*, 16(29), 997–1000. <https://bit.ly/44d6lNR>
- Arias, A., & Simón, J. (2008). Estudio de los hábitos de uso de los estudiantes en la biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid. *Revista Espanola de Documentacion Cientifica*, 31(3), 413–431. <https://bit.ly/3MhOgaG>
- Arrieta, M., Aguas, R., Villegas, E., & Buelvas, K. (2019). Convergencia de procesos de docencia universitaria: El uso de la aplicación Teams de Microsoft. *X Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas*.
- Arroyo, H., & Canchila, E. (2021). *Diseño de un OVA que utilice el Aprendizaje Basado en Retos para potencializar la inteligencia naturalista en química de Décimo Grado* [Tesis de maestría, Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/6252>
- Barrera, M. (2017). *Aprendizaje basado en proyectos colaborativos mediados por TIC para el desarrollo de competencias en estadística* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://bit.ly/3pt3Yqp>
- Battistella, P. E., & Von Wangenheim, A. (2011). Avaliação de Ferramentas de Autoria Gratuitas para produção de Objetos de Aprendizagem no padrão SCORM. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 19(03). <https://bit.ly/3VQT5dW>
- Bertomeu, P. F., & Ramirez, C. (2017). Elaboració de tècniques de recollida d'informació en dissenys mixtos. Un exemple d'estudi en aprenentatge servei. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 10(2), 64–78–64–78. <https://doi.org/10.1344/REIRE2017.10.218069>
- Caballero, E., Briones, C., & Flores, J. (2014). El aprendizaje basado en proyectos y la autoeficacia de los/las profesores/as en la formulación de un plan de clase. *Alteridad*, 9(1), 56–64. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8355>
- Callejas, M., Hernández, E., & Pinzón, J. (2011). Objetos de aprendizaje, un estado del arte. *Entramado*, 7(1), 176–189.



- Castellano, R. (2020). *Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Análisis de las necesidades formativas del profesorado de Educación Secundaria* [Tesis de doctorado, Universidad de Jaén]. <https://bit.ly/42bM35H>
- Castellano, M., & Peralta, N. S. (2020). Pensar el conocimiento escolar desde el socioconstructivismo: interacción, construcción y contexto. *Perfiles educativos*, 42(168), 140–156. <https://doi.org/10.22201/IISUE.24486167E.2020.168.59439>
- Castorina, J. (2018). Psicología genética y psicología social: ¿dos caras de una misma disciplina o dos programas de investigaciones compatibles? En A. Barreiro (Ed.), *Representaciones sociales, prejuicio y relaciones con los otros : la construcción del conocimiento social y moral* (pp. 33–54). UNIPE Editorial Universitaria.
- Cerrón, W. (2019). La investigación cualitativa en educación. *Horizonte de la Ciencia*, 9(17), 159–168. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2019.17.510>
- Charania, A., Bakshani, U., Paltiwale, S., Kaur, I., & Nasrin, N. (2021). Constructivist teaching and learning with technologies in the COVID-19 lockdown in Eastern India. *British Journal of Educational Technology*, 52(4), 1478–1493. <https://doi.org/10.1111/BJET.13111>
- Chiappe, A., Segovia, Y., & Rincón, H. (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Educational Technology Research and Development*, 55(6), 671–681. <https://doi.org/10.1007/S11423-007-9059-0>
- Collantes, I. (2017). *Diseño de objetos de aprendizaje eXelearning para geometría básica del Sistema Nacional de Nivelación y Admisión* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://bit.ly/3NUFWyL>
- Cubero, R. (2005). Elementos básicos para un constructivismo social. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 23(1), 43–61. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/apl/article/view/1240/1106>
- D'olivares, N., & Castebianco, C. (2015). Un acercamiento a los enfoques de investigación y tradiciones investigativas en educación. *RHS-Revista Humanismo y Sociedad*, 3(1–2), 24–34. <https://doi.org/10.22209/RHS.V3N1.2A04>
- Davis, S. N., & Jones, R. M. (2020). The Genesis, Evolution, and Influence of Undergraduate Research Mentoring Relationships. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.20429/ijstl.2020.140106>
- De la Cruz, R., Ramón, P., & Aquino, S. (2022). Propuesta de rúbrica analítica para evaluar la competencia investigativa en programas de ingeniería. *Dilemas*

- contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 20(1), 1–20.  
<https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V10I1.3279>
- Del Castillo, G., Sanjuán, G., & Gómez, M. (2018). *Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: desafío que enfrenta la universidad de ciencias médicas*. EduMeCentro. <https://bit.ly/3ngu1jR>
- Delgado, J. M. (2021). La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2385–2386.  
[https://doi.org/10.37811/CL\\_RCM.V5I3.476](https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V5I3.476)
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida* (R. Del Bosque (ed.)). Mc Graw Hill Interamericana. <https://bit.ly/3LGjTud>
- Encalada, P. (2015). *Afectación de las metodologías pedagógicas en pasantías de rehabilitación de base comunitaria en el desarrollo de competencias de estudiantes egresados de Terapia Física de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: propuesta de un modelo innovado* [Tesis de maestría, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <https://bit.ly/3LQ06XN>
- Espinoza, C. (2016). Desarrollo de la competencia profesional basado en principios de Merrill. *Horizonte de la Ciencia*, 6(11), 148.  
<https://doi.org/10.26490/UNCP.HORIZONTECIENCIA.2016.11.235>
- Eyitayo, O. T. (2011). Do students have the relevant ICT skills they need to do their research projects? *SIGITE'11 Proceedings of the 2011 conference on Information technology education*, 287–292. <https://doi.org/10.1145/2047594.2047668>
- Fernández-Pampillón, A., Domínguez, E., & De Armas, I. (2012). *Herramienta de Evaluación de la Calidad de Objetos de Aprendizaje (herramienta COdA). Guía para la producción y evaluación de materiales didácticos digitales*. [https://eprints.ucm.es/id/eprint/12533/1/COdAv1\\_1\\_07jul2012.pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/12533/1/COdAv1_1_07jul2012.pdf)
- Fernández, A. (2015). *Una experiencia de virtualización utilizando la herramienta Exelearning. Caso de la asignatura Publicidad II (ART-162), Universidad APEC, Santo Domingo 2015*. <http://rai.uapa.edu.do:8080/xmlui/handle/123456789/165>
- Fernández, J. M., Reyes, M. M., & Montenegro, M. (2019). Impact of ICT on students with high abilities. Bibliographic review (2008–2018). *Computers & Education*, 137, 48–58. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2019.04.007>
- Ferrer-Cascales, R., Reig-Ferrer, A., Fernández-Pascual, M. D., Albaladejo-Blázquez, N., Herranz-Bellido, J., Vallejo-Muñoz, E., Díez-Jorro, M., & Cerezo-Martínez, A. (2010). Adaptación y Elaboración de un Cuestionario de Medida de la Metodología

- de Enseñanza-Aprendizaje B-Learning y E-Learning aplicada a la Formación Universitaria. En M. T. Tortosa, J. D. Álvarez, & N. Pellín (Eds.), *VIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: nuevas titulaciones y cambio universitario* (pp. 748–763). Universidad de Alicante. <https://www.researchgate.net/publication/267832159>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *111*(23), 8410–8415. <https://bit.ly/3Hps9w6>
- Froilán, S., García, R., & Ortega, J. (2016). La Producción Científica En La Universidad Ecuatoriana: Una Perspectiva Sobre La Difusión De Conocimiento Nacional, Regional Y Mundial. *Revista CPI Ciencias Pedagógicas e Innovación*, *4*(2), 54–59. <https://doi.org/10.26423/rcpi.v4i2.136>
- Gámiz-Sánchez, V. (2017). ICT-based Active Methodologies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *237*, 606–612. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2017.02.018>
- Garay, V. (2017). Análisis de una guía en exelearning en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes del instituto tecnológico superior tecnocuatoriano. *Revista Científica UISRAEL*, *4*(3), 59–75. <https://doi.org/10.35290/RCUI.V4N3.2017.84>
- García, M., & Quijano, M. A. (2015). *El Aprendizaje Basado en Proyectos como vía para incentivar el pensamiento científico* [Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander]. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/157577.pdf>
- Gargallo, B., Suárez, J., Garfella, P. R., & Fernández, A. (2011). El cuestionario CEMEDEPU. Un instrumento para la evaluación de la metodología docente y evaluativa de los profesores universitarios . *ESE Estudios sobre Educación*, *21*, 9–40. [www.unav.es/educacion/](http://www.unav.es/educacion/)
- Gómez-Pablos, V. (2018). *El valor del aprendizaje basado en proyectos con tecnologías: análisis de prácticas de referencia* [Universidad de Salamanca]. <https://bit.ly/44pstoZ>
- Gracia, C., Cerisier, J. F., Devauchelle, B., Gamboa, F., & Pierrot, L. (2017). Collaborative Knowledge Building Through Simultaneous Private and Public Workspaces. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *10474*, 553–556.

- [https://doi.org/10.1007/978-3-319-66610-5\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-319-66610-5_61)
- Guerrero, M. A. (2016). La Investigación Cualitativa. *INNOVA Research Journal*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.33890/INNOVA.V1.N2.2016.7>
- Guirao-Goris, J. A., Olmedo, A., & Ferrer, E. (2008). El artículo de revisión. *Revista Iberoamericana de Enfermería Comunitaria*, 1(1), 1–25. <https://bit.ly/3oLR3zj>
- Guirao, S. J. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Revista de Enfermería*, 9(2). <https://doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Gutiérrez, M., Buritica, O., & Rodríguez, Z. (2011). *El Socioconstructivismo en la Enseñanza y Aprendizaje Escolar*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://bit.ly/3oMrqOZ>
- Hamat, A., & Amin, M. (2010). Constructivism in the Design of Online Learning Tools. *European Journal of Educational Studies*, 2(3). <https://www.researchgate.net/publication/229040545>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptisita-Lucio, P. (2014). Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. En R. Hernández-Sampieri, C. Fernández-Collado, & P. Baptisita-Lucio (Eds.), *Metodología de la Investigación* (Sexta edición, pp. 88–101). McGraw-Hill. <https://bit.ly/449WNmO>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Interamericana Editores (ed.); Sexta Edición). Mc Graw Hill. <https://bit.ly/3VinD84>
- Hernando, A. (2015). *Viaje a la Escuela del Siglo XXI: Así trabajan los colegios más innovadores del mundo* (Fundación Telefónica (ed.); Primera Edición). <https://bit.ly/40T9wqZ>
- Ivanov, I., Kosonogova, M., & Cárdenas, J. (2020). Modelación matemática y algorítmica de los términos de la teoría del socioconstructivismo para un entorno educativo digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(64). <https://doi.org/10.6018/RED.409761>
- Jaramillo, L., Basantes, A., Jaramillo, S., Naranjo, M., & Almeida, C. (2018). *Objeto digital de aprendizaje: diseño, uso y reusabilidad* (Primera Edición, Vol. 1). Editorial Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12530>
- Jiménez, J. R. (2015). Modelo de diseño instruccional semipresencial basado en proyectos a partir de un LMS y PLEs - Integrando ambientes organizacionales y

- personales. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 42(42), 1–24.  
<https://revistas.um.es/red/article/view/236571>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277.  
<https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Lathika, K. (2016). Student Centred Learning. *International Journal of Current Research and Modern Education (IJCRME)*, 1(1), 677–680.  
[https://doi.org/10.1007/SPRINGERREFERENCE\\_301990](https://doi.org/10.1007/SPRINGERREFERENCE_301990)
- Levinson, K., Sørensen, B., Tosca, S., Ejsing-Duun, S., & Skovbjerg, H. (2014). Research and Development Projects with ICT and students as learning designers in Primary Schools: A methodological challenge. En Stockholm University (Ed.), *Proceedings of the 4th International Conference on Design for Learning : Expanding the field*.  
<http://www.designsforlearning.nu/conference/>
- Livingstone, D., & Lynch, K. (2000). Group Project Work and Student-centred Active Learning: two different experiences. *Studies in Higher Education*, 25(3).
- Llerena, J., & Ayala, R. (2022). Desarrollo de competencia investigativa de estudiantes universitarios de ingeniería en proceso de titulación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 23(23), 50–62. <https://doi.org/10.36561/ING.23.5>
- Llorente, I., Domènech, X., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C., & Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Investigación en la Escuela*, 91, 72–89.  
<https://idus.us.es/handle/11441/68713>
- Maldonado, J. J., Bermeo, J. L., & Mejía, M. (2015). DICREVOA: A proposal for the design, creation and evaluation of learning objects. En Latin American Computing Conference (CLEI) (Ed.), *Proceedings - 2015 41st Latin American Computing Conference*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.  
<https://doi.org/10.1109/CLEI.2015.7360035>
- Martínez, O., Combita, H., & De La Hoz, E. (2018). Mediation of virtual learning objects in the development of mathematical competences in engineering students. *Formacion Universitaria*, 11(6), 63–74. <https://bit.ly/3oJmpqi>
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación* (Primera Edición). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mergendoller, J. R., & Thomas, J. W. (2005). *Managing Project Based Learning: Principles from the Field*. <https://bit.ly/3VhNhdf>

- Merrill, M. . (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43–59. <https://doi.org/10.1007/BF02505024/METRICS>
- Mesa-Cartagena, O. (2011). *Modelo metodológico para desarrollar Habilidades Investigativas en los Estudiantes de la Básica, Media y Media técnica*. Tesis de maestría, Universidad San Buenaventura.
- Meza-Salcedo, G., Rubio-Rodríguez, G. A., Mesa, L. X., & Blandón, A. (2020). Carácter formativo y pedagógico de la revisión de literatura en la investigación. *Información tecnológica*, 31(5), 153–162. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000500153>
- Monsalve, A. M. S., Girado, J. F. M., & Ruiz, A. I. G. (2018). Prevención del consumo de sustancias psicoactivas. Un aporte desde la neurociencia y el aprendizaje basado en proyectos ABP. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(1), 107–126. <https://doi.org/10.35362/RIE7813214>
- Montero, M., Castro, J., & Duarte, N. (2020). Development Of Research Competences Of Undergraduate Students With CIT Support. *13th annual International Conference of Education, Research and Innovation*, 1, 4154–4159. <https://doi.org/10.21125/ICERI.2020.0930>
- Morales, M., Trujillo, J. M., & Raso, F. (2015). Percepciones acerca de la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la universidad. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 46, 103–117. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.07>
- Moya-López, M. (2013). De las TICs a las TACs : la importancia de crear contenidos educativos digitales. *DIM. Didáctica, Innovación y Multimedia*, 27, 1–15. <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/275963/363904>
- Moya, M. del V., Hernández, J. R., Hernández, J. A., & Cózar, R. (2011). Análisis de los estilos de aprendizaje y las TIC en la formación personal del alumnado universitario a través del cuestionario REATIC. *Revista de Investigación Educativa*, 29(1), 137–156. <https://revistas.um.es/rie/article/view/110481>
- Mussoi, E., Flores, M., Bulegon, A., & Tarouco, L. (2011). GeoGebra and eXeLearning : applicability in the teaching of Physics and Mathematics. *International Conference on Society and Information Technologies-ICSIT*, 61. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1835.5041>
- Ningsih, S. R., Disman, Ahman, E., Suwatno, & Riswanto, A. (2020). Effectiveness of using the project-based learning model in improving creative-thinking ability. *Universal Journal of Educational Research*, 8(4), 1628–1635. <https://doi.org/10.13189/UJER.2020.080456>

- Olea, M., Venegas, B., Martínez, C., Rojas, A., & Michel, E. (2019). Implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos como Metodología de la Enseñanza en asignaturas de Ingeniería de Alimentos y Biotecnología en el CUCEI/UDG. *Avances de Investigación en Inocuidad de Alimentos*, 2. <http://e-gnosis.udg.mx/index.php/trabajosinocuidad/article/view/776>
- Olivares, K., Angulo, J., Torres, C., & Madrid, E. (2016). Las TIC en educación: metaanálisis sobre investigación y líneas emergentes en México. *Apertura (Guadalajara, Jal)*, 8, 100–115. <https://bit.ly/3LDttxP>
- Orellana-Torres, R. (2020). Experiencia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en centros universitarios de Ecuador. *Revista Estudios en Educación*, 3(4), 277–310. <http://ojs.umc.cl/index.php/estudioseneducacion/article/view/94>
- Parra-Esquivel, E. I., Peñas-Felizzola, O. L., & Gómez-Galindo, A. M. (2017). Virtual objects for self-regulated learning of occupational therapy students. *Revista de Salud Publica*, 19(6), 760–765. <https://doi.org/10.15446/RSAP.V19N6.62966>
- Peña, A., & Herrera, L. (2021). *Encuesta Nacional Multipropósito de Hogares - Indicadores de tecnología de la información y comunicación*. [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)
- Peredo, R. de los Á. (2019). Orientaciones epistemológicas vigotskianas para el abordaje psicoeducativo del desarrollo cognitivo infantil. *Revista de Investigación Psicológica*, 21, 89–105. <https://bit.ly/3VviiL7>
- Pérez, R., Miño, E., Miño, M., & Feijoo, W. (2017). Competencias para la educación superior en el Ecuador del siglo XXI: responsabilidad social y tecnologías . *In Crescendo*, 8(2), 309–320. <https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo/article/view/1493/1348>
- Pliego, E., Arce, C., & Martínez, L. (2020). Implementation of Learning and Knowledge Technologies with a Social Constructivist Approach. *Edutech Review*, 7(2), 97–111. <https://doi.org/10.37467/GKA-REVEDUTECH.V7.2579>
- Pomboza, C. (2014). WebQuest: Incidencia en el aprendizaje significativo para la educación superior. *Maskana*, 5(Ed. Esp.), 211–221. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/735>
- Prasetyani, I., Darojah, D. M., Novianti, N., & Sulisworo, D. (2019). Developing eXeLearning application through project-based learning . *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1), 12068. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012068>

- Prieto, B. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos de Contabilidad*, 18(46), 56–82. <https://bit.ly/3Mip6bX>
- Rädiker, S., & Kuckartz, U. (2020). *Análisis de Datos Cualitativos con MAXQDA* (Primera edición). MAXQDA Press.
- Rahmawati, A., Suryani, N., Akhyar, M., & Sukarmin. (2020). Technology-Integrated Project-Based Learning for Pre-Service Teacher Education: A Systematic Literature Review. *Open Engineering*, 10(1), 620–629. <https://doi.org/10.1515/ENG-2020-0069>
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Fitri, S., Paristiowati, M., Harun, F. K. C., Jutarosaga, T., & Mawarni, P. C. (2021). Engaging university students in multidisciplinary, project-based learning through the Southeast Asia mobility (SAM) program. En AIP Publishing (Ed.), *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2331, pp. 30034-1-30034–30037). American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/5.0041913/FORMAT/PDF>
- Rama, C. (2014). La virtualización universitaria en América Latina. *RUSC Universities and Knowledge Society Journal*, 11(3), 33–43. <https://doi.org/10.7238/rusc.v11i3.1729>
- Ramírez-Montoya, M.-S., & Lugo-Ocando, J. (2020). Revisión sistemática de métodos mixtos en el marco de la innovación educativa. *Comunicar, Revista Científica de Comunicación y Educación*, 28(65), 9–20. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-01>
- Rico, B., Garay, L., & Ruiz, E. (2018). Implementación del aprendizaje basado en proyectos como herramienta en asignaturas de ingeniería aplicada. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(17), 20–57. <https://doi.org/10.23913/RIDE.V9I17.372>
- Ríos, C., & Herrero, V. (2005). La Producción Científica Latinoamericana Y La Ciencia Mundial: Una Revisión Bibliográfica (1989-2003). *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 28(1). <https://bit.ly/3LfG7ld>
- Rivadeneira, E. (2017). Lineamientos teóricos y metodológicos de la investigación cuantitativa en ciencias sociales. *In Crescendo. Institucional*, 8(1), 115–121. <https://doi.org/10.21895/INCRES.2017.V8N1.11>
- Rivera, C., Espinosa, J., & Valdés, Y. (2017). La investigación científica en las universidades ecuatorianas.: Prioridad del sistema educativo vigente. *Revista Cubana de Educación Superior*, 36, 113–125. <https://bit.ly/3LEPBrA>



- Rivera, N. (2021). *Desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes a partir de la implementación del aprendizaje basado en proyectos orientados desde el PRAE* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79839>
- Robles, A., & Barreno, Z. (2016). La práctica docente-investigativa desde la tecnología educativa y el socioconstructivismo. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(17), 118–124. <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/3141>
- Rodríguez, C., & Morgado, E. (2016). Creation and assessment of Learning Objects for the definition and geometric representation of operations and applications of vectors. *ACM International Conference Proceeding Series, 02-04-November-2016*, 721–728. <https://doi.org/10.1145/3012430.3012598>
- Rokhima, N., Harisna, B. L., Ningrum, I. E., & Sulisworo, D. (2019). The eXeLearning for social arithmetics through scientific approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012056>
- Roselli, N. (2011). Teoría del aprendizaje colaborativo y teoría de la representación social: Convergencias y posibles articulaciones. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 2(2), 173–191. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5123804>
- Ruíz, E., Martínez de la Cruz, N., & Galindo, R. (2013). Aprendizaje colaborativo en ambientes virtuales y sus bases socioconstructivistas como vía para el aprendizaje significativo. *Apertura*, 4(2), 32–41. <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/313>
- Said-Hung, E., Díaz, F., Jabba, D., Ricardo, C., Ballesteros, B., Vergara, E., & Ordoñez, M. (2015). Fortalecimiento Pedagógico en las Universidades en Colombia a través de las TIC. Caso Región Caribe. *Educación XXI*, 18(2), 277–304. <https://doi.org/10.5944/educXXI.14019>
- Sánchez, D. (2018). *Objetos Virtuales de Aprendizaje como estrategia didáctica de enseñanza aprendizaje en la educación superior tecnológica* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/28124>
- Sánchez H., J. C. (2007). *Estadísticas Básicas Aplicada a la Educación* (J. C. Sánchez H. (ed.)). CCS.
- Sánchez, M., García, J., Steffens, E., & Hernández, H. (2019). Pedagogical Strategies in Teaching and Learning Processes in Higher Education including Information and Communication Technologies. *Informacion Tecnologica*, 30(3), 277–286.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300277>

- Sandoval, M. (2015). *La utilización de los objetos de aprendizaje con eXelearning del cálculo diferencial e integral, y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes del I nivel de Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L en el período Agosto-Diciembre 2013* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/4530>
- Santiago-Trujillo, H. J. (2020). *Habilidades investigativas y educación científica de los estudiantes del Instituto de Educación Superior Pedagógico Privado José Carlos Mariátegui* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <https://bit.ly/42qwd7B>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021 - 2025*. <https://bit.ly/3oTiR57>
- Segurado, M. (2018). *Aprendizaje colaborativo por proyectos para desarrollar competencias específicas y transversales en Biotecnología*. <https://gredos.usal.es/handle/10366/138271>
- Shanahan, J. O., Ackley-Holbrook, E., Hall, E., Stewart, K., & Walkington, H. (2015). Ten Salient Practices of Undergraduate Research Mentors: A Review of the Literature. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 23(5), 359–376. <https://doi.org/10.1080/13611267.2015.1126162>
- Shpeizer, R. (2019). Towards a successful integration of project-based learning in higher education: Challenges, technologies and methods of implementation. *Universal Journal of Educational Research*, 7(8), 1765–1771. <https://doi.org/10.13189/UJER.2019.070815>
- Tituchina, E. (2022). *Elaboración de prácticas de laboratorio virtuales utilizando metodologías activas (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje basado en retos) en el simulador Physics Education Technology (PheT) como un recurso didáctico* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/28652>
- Toyo, L. M. (2020). *El acceso y uso de las TIC en el proceso de la enseñanza aprendizaje virtual de la asignatura de matemática de la carrera de tecnología superior en administración en el Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Indoamérica]. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1874>
- Urrutia, E. P., Urrutia, F., Larrea, A. L., & San Antonio, T. (2015). Construcción de

- objetos virtuales de aprendizaje aplicando ingeniería de software. *Maskana, 1*, 209–2017. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23833>
- Valdez, F. (2012). Teorías educativas y su relación con las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). *XVII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática*.
- Vélez, Y., & Piedrahita, B. (2020). *Perfil de competencias científicas en docentes a través del aprendizaje basado en proyectos* [Tesis de maestría, Universidad de la Costa]. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/7721>
- Vilca, P. (2017). *Guía para el aprendizaje basado en proyectos interdisciplinarios en las facultades de ingeniería en sistemas* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/13307>
- Violini, M. L., & Sanz, C. V. (2016). *Herramientas de Autor para la creación de Objetos de Aprendizaje*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/55813>
- Violini, M. L., Sanz, C. V., & Pesado, P. M. (2017). Propuesta de un framework para la creación de objetos de aprendizaje. *Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI)*. <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/8613>
- Vygotsky, L. . (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes* (Harvard University Press (ed.)). Cambridge.
- Wiley, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. *The instructional use of learning objects*, 2830(435), 1–35.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research : Design and Methods* (Fifth edition). SAGE Publications.
- Yon, D. (2020). *Estrategia metodológica para desarrollar habilidades investigativas en los estudiantes de quinto ciclo de comunicaciones de una universidad privada de Lima* [Tesis de maestría, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://doi.org/10.20511/USIL.THESIS/10306>
- Yusri, R., Nurmi, N., & Delyana, H. (2019). Development of ICT integrated project based learning student worksheet. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032127>

## ANEXOS

### Anexo A. Listado de documentos bibliográficos seleccionados.

N°	Título	Autor/es	Año	Tipo
1	Aprendizaje basado en proyectos (ABP) con mediación de las TIC en la enseñanza del proceso reproductivo de las gimnospermas y su importancia ecológica	Calderón, A; Marín, L	2020	Tesis de Maestría
2	Diseño de un OVA que utilice el Aprendizaje Basado en Retos para potencializar la inteligencia naturalista en Química de Décimo Grado	Arroyo, H; Canchila, E	2021	Tesis de Maestría
3	Diseño de Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) sobre algunos ciclos biogeoquímicos para estudiantes del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional	Andrade, A; Rojas, G	2016	Tesis de Grado
4	El podcasting como aprendizaje basado en proyectos en Ciencias Aplicadas a la actividad profesional	Infante de Freitas, F	2020	Tesis de Maestría
5	Diseño de una propuesta para transversalizar el área de tecnología e informática a través de proyectos	Castaño, J	2018	Tesis de Maestría
6	Orgánulos y división celular en eucariotas desde el Cáncer. Aprendizaje basado en proyectos	Rojas, Y	2017	Tesis de Maestría
7	Implantación de una metodología docente activa en la asignatura de Redacción y Ejecución de Proyectos del Grado en Biología	Mateos, E	2020	Artículo de revista
8	Aprendizaje basado en proyectos apoyado en un diseño tecnopedagógico para la enseñanza de la estadística descriptiva	Vargas, J., et al	2021	Artículo de revista
9	Implementation of Project-based Learning Innovation to Develop Students' Critical Thinking Skills as a Strategy to Achieve Analytical Chemistry Competencies	Situmorang, M., et al	2022	Artículo de revista
10	The implementation of project-based learning to enhance the technological-content-knowledge for pre-service physics teacher in ICT courses	Muliyati, D., et al	2020	Artículo de revista
11	Implementation of project-based learning (PjBL) assisted by e-learning through lesson study activities to improve the quality of learning in physics learning planning courses	Widyanings, S., Yusuf, I	2020	Artículo de revista

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Autor/es</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo</b>
12	Towards a successful integration of project-based learning in higher education: Challenges, technologies and methods of implementation	Shpeizer, R	2019	Artículo de revista
13	Development of ICT integrated project based learning student worksheet	Yusri, R., et al	2018	Artículo de revista
14	Developing eXeLearning application through project-based learning	Prasetyani, I., et al	2019	Artículo de revista
15	Technology-Integrated Project-Based Learning for Pre-Service Teacher Education: A Systematic Literature Review	Rahmawati, A., et al	2020	Artículo de revista
16	Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Análisis de las necesidades formativas del profesorado de Educación Secundaria	Castellano, D	2020	Tesis de Doctorado
17	El valor del aprendizaje basado en proyectos con tecnologías: análisis de prácticas de referencia	Gómez, V	2018	Tesis de Doctorado
18	Los proyectos de aprendizaje: un marco metodológico clave para la innovación	Blanchard, M., Muzás M	2016	Libro
19	Modelos didácticos para situaciones y contextos de aprendizaje	Guárate, A; Hernández, C	2017	Libro
20	Aprendizaje basado en proyectos. Un modelo innovador para incentivar el aprendizaje de la Química.	Martín, L	2016	Tesis de Maestría
21	Fortalecimiento de la competencia de indagación en ciencias naturales en los estudiantes de undécimo grado de la Institución Educativa la Medalla Milagrosa a través de la estrategia aprendizaje basado en proyectos	Jaimes, J	2017	Tesis de Maestría
22	Fortalecimiento de las actitudes ambientales de los estudiantes de básica secundaria del Colegio Moralba Sur Oriental	Carvajal, L., Pardo, L	2017	Tesis de Maestría
23	Fortalecimiento de la indagación como competencia científica en el área de ciencias naturales utilizando la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Sergio Ariza del municipio de Sucre Santander	Coba, T	2021	Tesis de Maestría

**Elaborado por:** El autor, 2023.

**Anexo B.** Matriz de conceptos de la revisión de literatura.

Art.	Teorías de la educación			Objetos virtuales de aprendizaje (OVA)			TIC en la educación	Aprendizaje basado en proyectos (ABP)	ABP en educación superior	Competencias científicas en la educación		
	Constructivismo	Socio-constructivismo	Teoría de la actividad	Definición	Exelearning	Metodología		Historia	Características	Metodología		
1		x						x	x	x		
2	x			x	x	x						
3		x		x			x					
4									x	x	x	
5		x					x		x	x		
6									x		x	
7									x		x	
8	x						x		x		x	
9									x	x	x	x
10							x		x			
11									x	x		x
12							x		x			x
13							x		x	x		x
14						x	x		x	x		x
15	x	x	x				x		x	x		x
16	x								x	x		x
17	x						x		x	x		x
18			x						x	x		x
19				x			x		x	x		
20								x	x	x	x	x
21	x	x							x			x
22							x	x	x			
23		x							x	x		x

Elaborado por: El autor, 2023.

**Anexo C.** Fases para la implementación del ABP en el aula.



Fuente: Hernando (2015).

## Anexo D. Carta de invitación



Maestría en Tecnología e Innovación Educativa

Proyecto: Exelearning en el Aprendizaje Basado en Proyectos como Estrategia Didáctica para la Investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología

### CARTA DE INVITACIÓN

Ibarra, 16 de noviembre del 2022.

Estimada comunidad educativa  
Carrera de Ingeniería en Biotecnología - UTN  
Presente.

De mis consideraciones:

Por medio del presente, solicito a Usted muy comedidamente se me permita realizar un estudio acerca del "EXELEARNING EN EL ABP COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA INVESTIGACIÓN" en la carrera a la que usted pertenece.

Este estudio tiene como objetivo elaborar estrategias pedagógicas basadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), a través de la propuesta y diseño de un OVA mediados por la herramienta Exelearning, como instrumentos para promover el pensamiento científico en los estudiantes, lo cual servirá como base para futuras aplicaciones dentro de cada una de las asignaturas que componen la malla curricular de la carrera.

El presente trabajo investigativo será realizado por Ronald Daniel Toapanta Morocho, maestrante del programa de "Tecnología e Innovación Educativa" de la Universidad Técnica del Norte, el mismo que será parte del trabajo de titulación como requisito para su graduación, siendo dirigido por la profesora MSc. Evelyn Hernández y bajo la asesoría del PhD. Yenney Ricardo Leyva.

Cabe resaltar que toda la información recopilada será de carácter confidencial y para uso exclusivo de los investigadores.

Como contrapartida, al finalizar el estudio se brindará la capacitación a los docentes sobre el desarrollo del tema planteado.

En el siguiente anexo se presentan la información a los participantes acerca de la realización de este trabajo investigativo.

Por la atención que se digna dar a la presente, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,

Ing. Ronald Daniel Toapanta Morocho  
**Maestrante UTN**



## Anexo E. Información para participantes



Maestría en Tecnología e Innovación Educativa

Proyecto: Exelearning en el Aprendizaje Basado en Proyectos como Estrategia Didáctica para la Investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología

**Investigador:** Ing. Ronald Daniel Toapanta Morocho  
[rptoapantam@utn.edu.ec](mailto:rptoapantam@utn.edu.ec)

**Directora:** MSc. Evelyn Hernández Martínez  
[eehernandezm@utn.edu.ec](mailto:eehernandezm@utn.edu.ec)

### INFORMACIÓN PARA PARTICIPANTES

#### 1. ¿Qué es este estudio?

Este estudio tiene como objetivo elaborar estrategias pedagógicas basadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y mediadas por la herramienta Exelearning, como instrumentos para la investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología, de la Universidad Técnica del Norte (UTN).

#### 2. ¿Quiénes son los investigadores?

Este estudio será realizado por Ronald Daniel Toapanta Morocho, maestrante del programa de “Tecnología e Innovación Educativa” de la Universidad Técnica del Norte, el mismo que será parte del trabajo de titulación como requisito para su graduación, siendo dirigido por la profesora MSc. Evelyn Hernández y bajo la asesoría de la PhD. Yenney Ricardo Leyva.

#### 3. ¿Qué involucra la participación de la comunidad educativa de la carrera de Ingeniería en Biotecnología?

La participación de la comunidad educativa de su carrera, en esta investigación, involucra un conjunto de entrevistas a los docentes de las principales asignaturas formativas de la malla curricular, la cual contendrá preguntas relacionadas a las metodologías de enseñanza-aprendizaje (EA) empleadas en el aula. Del mismo modo, contendrá una serie de encuestas referentes a la percepción que tienen los estudiantes sobre las metodologías EA usadas por los docentes.

En ambos instrumentos de recolección de datos NO le serán colocados preguntas sobre asuntos confidenciales, la finalidad de estos es recabar información que permita cimentar las bases para la propuesta pedagógica a diseñarse.

#### 4. ¿Cómo se ejecutará la recolección de datos?

La entrevista y encuesta serán realizadas, de preferencia, a través de cuestionarios elaborados en Microsoft Forms; esto por razones prácticas en relación a la disponibilidad, tiempo y ubicación de la población estudiada, tomando un tiempo aproximado de 30 y 20 min, respectivamente, en cada uno de los instrumentos.

Cabe resaltar que las encuestas serán aplicadas a una muestra representativa de estudiantes que cursaron y aprobaron la asignatura en cuestión el semestre pasado 2022.1 – 2022.2

#### 5. ¿Si Usted decide participar, puede alterar su decisión en el futuro?

Su decisión de participar en este estudio es completamente voluntaria, por lo que no es obligado a participar. En caso de su aceptación para participar en este proyecto, podrá en cualquier momento, alterar su decisión.

#### 6. ¿Que acontece con la información recopilada?

Todas las informaciones brindadas por docentes y estudiantes son estrictamente confidenciales, siendo apenas conocidas por los investigadores revisores de este estudio. Así también constituirán como base para el diseño de la propuesta pedagógica planteada la cual se conformará como un recurso didáctico para los docentes de la carrera.

#### 7. ¿Qué contrapartidas resultan de la participación en este estudio?

Cuando todo el estudio concluya, el personal docente de la carrera obtendrá una copia del Objeto Virtual de Aprendizaje diseñado, para su posterior uso y adaptación en caso de que lo requieran. Así también se ofertará una capacitación en la elaboración de dicho material, así como de su potencialidad en la promoción de habilidades investigativas en los estudiantes.

#### 8. ¿Puede haber temas adicionales sobre la participación en este estudio?

Todas las preguntas que nos pueda realizar sobre este estudio deben ser direccionadas a los correos: [rptoapantam@utn.edu.ec](mailto:rptoapantam@utn.edu.ec) o [ronald\\_dnt@hotmail.com](mailto:ronald_dnt@hotmail.com), siendo resueltas de inmediato en la mayor medida de lo posible.

**Anexo F.** Formulario de consentimiento informado.



Maestría en Tecnología e Innovación Educativa

Proyecto: Exelearning en el Aprendizaje Basado en Proyectos como Estrategia Didáctica para la Investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología

**Investigador:** Ing. Ronald Daniel Toapanta Morocho  
[rdtoapantam@utn.edu.ec](mailto:rdtoapantam@utn.edu.ec)

**Directora:** MSc. Evelyn Hernández Martínez  
[eehernandezm@utn.edu.ec](mailto:eehernandezm@utn.edu.ec)

**FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**PROYECTO: "EXEARNING EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA INVESTIGACIÓN EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA"**

Yo, \_\_\_\_\_, con dirección de email, \_\_\_\_\_, declaro que tuve conocimiento de la información para los participantes, del proyecto "Exelearning en el Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia didáctica para la Investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología", y en el cual decidí participar de la entrevista e información solicitada por los investigadores para la ejecución de dicho estudio.

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

\_\_\_\_\_  
Fecha

En la fecha antes mencionada, entregué al participante la carta de "Información para participantes" sobre el estudio solicitado, y me pongo a su disposición para esclarecer las preguntas que surjan, razón por lo cual se considera que él posee la información suficiente para decidir de forma transparente.

\_\_\_\_\_  
Firma del investigador

\_\_\_\_\_  
Fecha

## Anexo G. Validación del cuestionario de entrevista dirigida a los docentes.



Maestría en Tecnología e Innovación Educativa

Proyecto: Exelearning en el Aprendizaje Basado en Proyectos como Estrategia Didáctica para la Investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología

### Entrevista dirigida a docentes de las asignaturas formativas en el perfil profesional e investigativo de los educandos en la carrera de Ingeniería en Biotecnología

**OBJETIVO:** Identificar las metodologías de enseñanza – aprendizaje (EA) y recursos utilizados por los docentes de varias asignaturas formativas de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, de la UTN, y su relación en la adquisición de competencias investigativas de los estudiantes.

#### INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

**Instrucciones:** En el siguiente formato, indique según la escala: bueno (B); mejorable (M); deficiente (D) en cada ítem, de acuerdo con los criterios de validación (coherencia, pertinencia, redacción). Si es necesario, agregue las observaciones que considere. Al final se deja un espacio para agregar observaciones generales.

Ítem N°	Validación			Observación
	Coherencia	Pertinencia	Redacción	
1	M	M	M	Normalmente los docentes de carreras de Ingeniería no tienen formación en temas pedagógicos. Preguntar por “ <i>metodología pedagógica</i> ” puede resultar confuso.
2	B	B	M	Existen dos preguntas “ <i>planificación de clase</i> ” y “ <i>desarrollo de actividades didácticas</i> ”, trate de hacer sólo una pregunta.
3	B	B	B	
4	B	B	B	
5	B	B	M	Trate de formular una sola pregunta, la de mayor relevancia.
6	B	B	B	
7	B	B	M	Podría ser: ¿Cómo usted gestiona los procesos de planificación, comunicación, dirección, control y seguimiento necesarios para su correcto desarrollo?
8	B	B	B	
9	B	B	M	No es necesario “ <i>detalle su respuesta</i> ”
10	B	B	M	Con respecto al aprendizaje basado en problemas

#### Observaciones generales:

Posiblemente la entrevista se haga muy larga debido a la cantidad de preguntas. De ser así seleccionar las más importantes.

Preguntas entrevistas validado por: Irving Reascos Paredes

1001501400  
 IRVING MARLON REASCOS PAREDES  
 Firmado digitalmente por 1001501400  
 IRVING MARLON REASCOS PAREDES  
 Fecha: 2022.11.11 17:32:12 -05'00'

**Ph.D. Irving Reascos Paredes**  
**DOCENTE FICA**

## Anexo H. Cuestionario de la entrevista en Forms.

Entrevista dirigida a los docentes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología

\* Obligatorio

### PREGUNTAS

9. ¿Cuál es el método de enseñanza que comúnmente usa para el desarrollo de sus clases presenciales? Describalo en pasos. \*

Escriba su respuesta

10. ¿Qué herramientas digitales, sitios web, u otros recursos didácticos utiliza para la planificación de sus clases y para el desarrollo de actividades didácticas en el aula? Detalle cuáles y para qué los usa. \*

Escriba su respuesta

11. ¿Los trabajos académicos que usted desarrolla en el aula son enfocados solo a la comprensión de los contenidos, o constituyen la base para futuros proyectos investigativos? Justifique su respuesta. \*

Escriba su respuesta

12. ¿En relación a la comprensión de los contenidos educativos y desarrollo de trabajos académicos por parte de los estudiantes, qué problemas frecuentes ha observado en los mismos? \*

Escriba su respuesta

13. En su práctica docente, ¿ha usado la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)? ¿Cómo lo aplica en el aula? \*

Escriba su respuesta

14. Durante su trayectoria académica y profesional, alrededor de ¿Cuántos trabajos de titulación ha dirigido y cuál ha sido la principal línea de investigación de estos? \*

Escriba su respuesta

15. En relación a los trabajos antes mencionados ¿Cómo usted gestiona, con los estudiantes, los procesos de planificación, comunicación, dirección, control y seguimiento necesarios para su correcto desarrollo? \*

Escriba su respuesta

16. Bajo su experiencia, ¿qué estrategias didácticas y herramientas digitales le han servido como instrumentos para promover la investigación en sus estudiantes? \*

Escriba su respuesta

## Anexo I. Validación del cuestionario de encuesta dirigida a los estudiantes.



Maestría en Tecnología e Innovación Educativa

Proyecto: Exelearning en el Aprendizaje Basado en Proyectos como Estrategia Didáctica para la Investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología

### Encuesta dirigida a los estudiantes de las asignaturas formativas en el perfil profesional e investigativo de la carrera de Ingeniería en Biotecnología

**OBJETIVO:** Determinar la percepción que tienen los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, de la UTN, sobre las metodologías EA usadas por los docentes en la construcción de sus conocimientos y desarrollo de habilidades investigativas.

#### INSTRUMENTO DE VALIDACION

**Instrucciones:** En el siguiente formato, indique según la escala: bueno (B); mejorable (M); Deficiente (D) en cada ítem, de acuerdo con los criterios de validación (coherencia, pertinencia, redacción). Si es necesario, agregue las observaciones que considere. Al final se deja un espacio para agregar observaciones generales.

Ítem N°	Validación			Observación
	Coherencia	Pertinencia	Redacción	
1	B	B	B	
2	M	B	B	Sobre tareas y evaluaciones realizadas
3	B	B	B	
4	B	B	B	
5	B	B	B	
6	B	B	B	
7	B	B	B	
8	B	B	B	
9	B	B	B	
10	D	D		Esta pregunta no es pertinente, en la actualidad todo usan estas herramientas para presentación de informes. Podría
				preguntar por herramientas tecnológicas para gestión de proyectos, y para uso de clases virtuales. Mirar ( <a href="https://pupitres.net/blog/5-herramientas-gratuitas-para-dinamizar-tus-clases-virtuales/">https://pupitres.net/blog/5-herramientas-gratuitas-para-dinamizar-tus-clases-virtuales/</a> )
11	B	B	B	Teams, Whatsapp?
12	B	B	B	
13	B	B	B	
14	B	B	B	
15	B	B	B	Distracción?
16	B	B	B	
17	B	B	B	
18	B	B	B	Con base a los objetivos específicos
19	B	B	B	
20	B	B	B	
21	B	B	B	
22	B	B	B	
23	B	B	B	
24	B	B	B	

#### Observaciones generales:

En la dimensión ejecución, se podría agregar un indicador de "Monitoreo y control", con el fin de controlar la satisfactoria ejecución del proyecto.

Preguntas entrevistas validado por: Irving Reascos Paredes

1001501400 Firmado digitalmente  
por 1001501400  
IRVING MARLON IRVING MARLON  
REASCOS REASCOS PAREDES  
PAREDES Fecha: 2022.11.11  
17:32:40 -05'00'

Ph.D. Irving Reascos Paredes  
DOCENTE FICA

## Anexo J. Cuestionario de la encuesta en Forms.

Encuesta dirigida a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología

\* Obligatorio

### PREGUNTAS REFERENTES A LA ASIGNATURA APROBADA

7. En relación con la metodología de enseñanza - aprendizaje del docente \*

	Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
¿El docente organizó los conocimientos y los presentó de modo comprensible?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿El docente le proporcionó retroalimentación sobre sus tareas y evaluaciones realizadas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿El docente usó variedad de recursos en clase (audiovisuales, diapositivas, juegos, etc.) que facilitaron el estudio de los contenidos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿En esta asignatura, el trabajo grupal fue parte de las actividades académicas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿En esta asignatura, el profesor utilizó casos reales en las actividades de clase (contenidos, trabajos, lecciones, etc.)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Las prácticas de laboratorio fueron integradas en la asignatura y guardaron relación con la teoría enseñada por el docente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Usted fue capaz de abordar, autónomamente, los temas y contenidos que le interesaron?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Los contenidos educativos impartidos por el docente, fueron fáciles de sobrellevar?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿De manera general, la metodología de enseñanza del profesor fue estimulante en su proceso de aprendizaje?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. En relación con las TIC usadas en el transcurso de la asignatura \*

	Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
¿Usted participó en el uso de programas para la enseñanza-aprendizaje de contenidos (Kahoot, EducaPlay, Quizizz, Google classroom, entre otros)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Usted usó programas para presentación de contenidos y exposiciones (Canva, Genially, Prezi, Power Point, entre otros)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿En la asignatura, usted manejó programas de interrelación personal (Whatsapp, Teams, Messenger, Correo electrónico, Facebook, entre otros)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿En la asignatura, usted participó de portales web de opinión como blogs, chats, foros?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿En la asignatura, empleó motores de búsqueda académicos (Google Scholar, Scopus, PubMed, etc.)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Anexo K. Sílabo de la Asignatura Biología molecular II - Unidad 3.



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

#### SÍLABO

#### I. INFORMACIÓN GENERAL DE LA CARRERA

**Facultad:** INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
**Carrera:** Biotecnología (Rediseño)  
**Ciclo:** SEP2022-FEB2023  
**Modalidad:** PRESENCIAL  
**Estado:** Nueva (Nueva carrera aprobada por el CES)

#### Misión de la Carrera:

Formar profesionales íntegros, competentes y emprendedores en la aplicación de la biotecnología y comprometidos con el servicio a la comunidad.

#### Visión de la Carrera:

En EL 2020, será pionera en la formación de profesionales competentes y emprendedores, en el ámbito nacional e internacional y en el manejo sustentable de la biotecnología.

#### III. INFORMACIÓN GENERAL DE LA ASIGNATURA

**Nombre Asignatura:** BIOLOGIA MOLECULAR II  
**Código:** CABIO-BIOMOL2  
**Nivel:** 05  
**Total Horas:** 128      **AAD:** 48      **AP:** 32      **AA:** 48  
**Horas Semanales:** 8      **AAD:** 3      **AP:** 2      **AA:** 3  
**Unidad de Organización Curricular:** Unidad Profesional  
**Campo de Formación Curricular:** Praxis Profesional

#### IV. PRERREQUISITOS

Código	Materia	Nivel	Tipo
	BIOLOGIA MOLECULAR I	04	APROBADO
	GENETICA	04	APROBADO
	MICROBIOLOGIA APLICADA II	04	APROBADO

#### V. CARACTERIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

#### Descripción de la Asignatura

El curso está orientado a integrar conceptos fundamentales de la estructura y función de las macromoléculas, considerando en forma especial el rol de los ácidos nucleicos y proteínas en la expresión genética y los mecanismos de control que la regulan. Describe diferentes técnicas y herramientas de ingeniería genética, así como sistemas de expresión de genes, los métodos de manipulación y análisis de ácidos nucleicos.

#### VI. OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

Categoría	Nivel	Verbo	Objetivo
1	COGNITIVO		
		* COMPRENSIÓN	RECONOCER Los principales mecanismos de expresión hereditaria y su control especialmente en eucariotas.
		* EVALUACIÓN	EVALUAR Las características y funciones de las principales macromoléculas y el modo cómo participan en la expresión de la herencia.

#### VIII. RELACIÓN DE LA ASIGNATURA CON EL PERFIL DE EGRESO DE LA CARRERA

#### Contribución de la Asignatura en el Perfil de Egreso de la Carrera:

El estudiante va a ser capaz de distinguir los mecanismos moleculares en la expresión génica. Va a ser capaz de analizar, sintetizar y aplicar los conocimientos teóricos en la práctica y de resolver problemas de biotecnología.

Resultado de Aprendizaje de la Carrera al que contribuye la Asignatura	Contribución	Evidencia de Aprendizaje
Contribuir al desarrollo considerable, sobre todo en agrobiotecnologías tradicionales como el cultivo de tejidos, la producción de bioinsumos, técnicas de diagnóstico y caracterización de la diversidad genética.	Alta	Entiende las características y funciones de las principales macromoléculas y el modo cómo participan en la expresión de la herencia.
Transformar productos y subproductos biotecnológicos.	Alta	Comprende los fundamentos teóricos y manejo práctico de técnicas moleculares en el estudio de las macromoléculas.

#### IX. UNIDADES CURRICULARES (ESTRUCTURA DE LA ASIGNATURA)

UNIDAD	Estrategias	Ambiente	Recursos	TICS	Total Docencia	AAD	AP	%	AA
3.- Métodos de análisis de ácidos nucleicos y proteínas					30	14	16	37.5%	16
<b>Resultado de Aprendizaje de la Unidad:</b> - Resolver Aplica los métodos analíticos para análisis de los ácidos nucleicos y proteínas									
<b>Trabajo Autónomo:</b> El análisis y comprensión de materiales bibliográficos y documentales									
<b>Mecanismo de Evaluación:</b> informe									
3.1.- Aislamiento de ADN genómico.	- CLASE EN EL LABORATORIO	- LABORATORIO	- MATERIALES ESPECÍFICOS	- OFIMÁTICA	8	4	4	10%	4
3.2.- Determinación de la pureza, integridad y cuantificación del ADN	- CLASE EN EL LABORATORIO	- LABORATORIO	- MATERIALES ESPECÍFICOS	- OFIMÁTICA	6	2	4	7.5%	4
3.3.- Reacción en cadena de la polimerasa.	- CLASE EN EL LABORATORIO	- LABORATORIO	- MATERIALES ESPECÍFICOS	- OFIMÁTICA	8	4	4	10%	4
3.4.- Secuenciación de ácidos nucleicos	- CLASE EN EL LABORATORIO	- LABORATORIO	- MATERIALES ESPECÍFICOS	- OFIMÁTICA	8	4	4	10%	4

## Anexo L. Rúbrica de autoevaluación grupal de las propuestas investigativas

<b>Asignatura</b>	Biología Molecular II		<b>Nivel</b>	5° Nivel
<b>Integrantes</b>			<b>Grupo</b>	
			<b>Fecha</b>	
			<b>Tema del proyecto</b>	
<b>Indicadores</b>	<b>Nivel de desempeño</b>			
	<b>Excelente</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Suficiente</b>	<b>No suficiente</b>
<b>Título del proyecto</b>	Está claramente definido, según la naturaleza del proyecto. (5)	Está definido de manera general, según la naturaleza del proyecto. (3)	Está parcialmente definido, según la naturaleza del proyecto. (1)	No está claramente definido, según la naturaleza del proyecto. (0)
<b>Problema de estudio</b>	Está claramente identificado y se describe de manera precisa. (10)	Está parcialmente identificado y se describe de manera precisa. (8)	Está parcialmente identificado y se describe de manera parcial. (7)	El problema no está definido y no puede ser descrito. (0)
<b>Antecedentes</b>	Presenta una revisión extensa de las fuentes relevantes, citación de las obras más pertinentes en el campo. (10)	La revisión de las fuentes relevantes es buena, hay una citación de las obras más pertinentes en el campo. (8)	La revisión de las fuentes relevantes es adecuada, cita la mayoría de las obras más pertinentes en el campo. (7)	La revisión es mínima de las fuentes relevantes, escasa citación de las obras pertinentes en el campo. (0)
<b>Justificación</b>	Está definida de manera clara y se sustenta de forma objetiva. (10)	Está definida de manera parcial y se sustenta de forma objetiva. (8)	Está definida de manera parcial y se sustenta de forma poco objetiva. (7)	No está definida y/o no se sustenta de forma objetiva. (0)
<b>Objetivos</b>	Contiene el objet. General y los específicos. Éstos deben ser medibles y alcanzables. (5)	Contiene sólo el objet. General y algunos específicos. Éstos deben ser medibles y alcanzables. (3)	Contiene sólo el objet. General y no contiene los específicos. Éste debe ser medible y alcanzables. (1)	No contiene los objetivos generales ni los objetivos específicos o no se comprenden. (0)
<b>Hipótesis</b>	Predice lógicamente la respuesta probable a la (s) pregunta (s) que se formuló en el planteamiento del problema. (5)	Predice parcialmente la respuesta probable a la (s) pregunta (s) que se formuló en el planteamiento del problema. (3)	Predice apenas posible respuesta probable a la (s) pregunta (s) que se formuló en el planteamiento del problema. (3)	No predice lógicamente la respuesta probable a la (s) pregunta (s) que se formuló en el planteamiento del problema. (0)
<b>Metodología</b>	Especifica el tipo de estudio, metodología, materiales aplicables al proyecto. (10)	Están indicadas de forma detallada algunas de las técnicas o métodos que se usarán en el proyecto. (8)	Están indicadas de forma general algunas de las técnicas o métodos que se usarán. (7)	No están indicadas las técnicas o métodos que se usarán en el proyecto. (0)
<b>Cronograma de actividades</b>	Indica por completo las actividades y tiempos de ejecución de forma coherente (5)	Indica la mayoría de las actividades y los tiempos de ejecución de manera coherente. (3)	Indica parcialmente las actividades, los tiempos de ejecución de manera coherente. (1)	No indica las actividades y los tiempos de ejecución de manera coherente. (0)
<b>Redacción, estilo y formato APA</b>	La redacción es fluida, clara y entendible. Se aplica el formato de citación y bibliografía correctamente en todo el documento (10)	La redacción es fluida, clara y entendible en su mayoría. Se aplica el formato de citación y bibliografía en casi todo el documento (8)	La redacción es poco entendible. Se aplica el formato de citación y bibliografía en algunas partes del documento. (7)	La redacción no es fluida, clara y entendible. Casi no se aplica el formato de citación y bibliografía correctamente. (0)
<b>Total</b>				

**Observaciones:**

---



---



---



## Anexo M. Rúbrica de coevaluación para la exposición de grupos

Asignatura	Biología Molecular II			Nivel	5° Nivel
Integrantes				Grupo	
				Fecha	
				Grupo a evaluar	
Indicadores	Nivel de desempeño				
	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	
Dominio del tema	Demuestran amplio dominio de la temática del proyecto, se aprecia un manejo fluido de las fuentes. (5)	Demuestran dominio de la temática del proyecto, se aprecia un manejo moderado de las fuentes. (4)	Demuestran conocimientos generales de la temática y con algunas dificultades para aportar información. (3)	No demuestran conocimiento sobre la temática y no se aprecia claridad y precisión en los contenidos que presentan. (1)	
Explicación	Explican claramente todas y cada una de las partes del proyecto. (5)	Explican claramente la mayoría de las partes del proyecto. (4)	Explican claramente algunas partes del proyecto, pero quedan dudas significativas. (3)	Explican con poca dificultad casi todas las partes del proyecto. (1)	
Uso del léxico técnico / científico	El lenguaje es claro y fluido, les permite captar la atención del auditorio, demuestran convicción y entusiasmo hacia el proyecto. (5)	El lenguaje en la mayoría de los casos es claro y fluido. Hay captación de la audiencia, demuestran entusiasmo hacia el proyecto. (4)	El lenguaje en general es claro y fluido. Hay distracciones menores entre la audiencia, no muestran entusiasmo y compromiso. (3)	El lenguaje no es claro y fluido. Cada integrante del equipo “dice su parte” y se desentiende del resto de la presentación. (1)	
Organización de la exposición y manejo del tiempo	Buen manejo del tiempo, con adecuada distribución entre los integrantes del equipo, y equilibrada participación en todas las partes del proceso. (5)	Buen manejo del tiempo, con moderada distribución entre los integrantes del equipo, y poco equilibrio en la participación en todas las partes del proceso. (4)	Problemas en el manejo del tiempo, pero con inadecuada distribución entre los integrantes del equipo, se aprecia un equilibrio a favor de uno o dos de ellos. (3)	Desorden en la organización del equipo e inadecuado manejo de los tiempos. Mucho tiempo invertido en secciones poco relevantes. (1)	
Discusión de los resultados	Presenta de forma, clara y precisa los resultados obtenidos, apoyándose en estudios relacionados con el tema durante los últimos 5 años. (5)	Presenta de forma poco clara y precisa los resultados, apoyándose en estudios relacionados con el tema durante los últimos 5 años (4)	Presenta de forma no entendible y poco precisa los resultados obtenidos, apoyándose en estudios relacionados indirectamente con el tema (3)	Presenta de forma no entendible los resultados obtenidos, no los relaciona con su tema de investigación y con estudios publicados. (1)	
Calidad de la presentación y diapositivas	Utiliza no más de 6 líneas por diapositiva, la tipografía es adecuada. Emplea imágenes acordes. (5)	Utiliza no más de 6 líneas por diapositiva, la tipografía es adecuada. Emplea imágenes un poco confusas. (4)	Diapositivas saturadas de información y datos, o bien, se desaprovecha el potencial del material. Empleo de pocas imágenes. (3)	No utilizan material de apoyo o presentan material incompleto y/o desorganizado. (1)	
Redacción, estilo y formato APA	La redacción es fluida, clara y entendible. El material no tiene errores ortográficos, uso escrupuloso de la norma APA. (5)	La redacción es fluida, clara y entendible en su mayoría. El material tiene 1-3 errores ortográficos, uso correcto de la norma APA. (4)	La redacción es fluida, clara y entendible en su mayoría. El material tiene 4-6 errores ortográficos, omisión de algunos aspectos de citación. (3)	La redacción no es fluida, clara y entendible. El material no contiene la ortografía y citación adecuadas. (1)	
Total					

Observaciones:

---



---



---

## Anexo N. Rúbrica de heteroevaluación de la experiencia de aprendizaje

<b>Asignatura</b>	Biología Molecular II			<b>Nivel</b>	5° Nivel
<b>Integrantes</b>				<b>Grupo</b>	
				<b>Fecha</b>	
				<b>Tema del proyecto</b>	
<b>Indicadores</b>	<b>Nivel de desempeño</b>				
	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Deficiente</b>
<b>Identificación del problema y contextualización</b>	Establecen y argumentan un problema de investigación viable, original y relevante cuya resolución puede tener incidencia en su propio contexto. (5)	Determinan un problema de investigación importante y significativo para el propio contexto cuya resolución es viable. (4)	Identifican y delimitan un problema de investigación tomando como referencia algún otro estudio que podría ser replicado en su contexto. (3)	Identifican y explican de manera general el problema de investigación, aunque requiere asistencia del docente para delimitarlo y formularlo. (2)	Les resulta muy difícil identificar un problema de investigación, por lo que el docente es quien le sugiere uno y necesita auxiliarle ampliamente en su formulación. (1)
<b>Búsqueda y selección de información</b>	Obtienen información válida, confiable y actualizada, la registran y sistematizan, de manera que logran fundamentar el problema de investigación muy sólidamente. (5)	Obtienen información válida y pertinente y la organizan debidamente para fundamentar el problema de investigación de manera completa y clara. (4)	Logran recolectar y organizar suficiente información confiable para fundamentar el problema de investigación. (3)	Recolectan alguna información general sobre el problema de investigación, sin embargo, requiere asistencia del docente para seleccionar fuentes confiables y pertinentes. (2)	Les es dificultoso recolectar y organizar información para fundamentar el problema de su investigación. (1)
<b>Formulación de preguntas, objetivos, hipótesis</b>	Determinan con precisión las variables de estudio, con las que construyen varias preguntas de trabajo viables y establecen objetivos y/o hipótesis de investigación muy relevantes. (5)	Identifican las variables que intervienen en el problema de investigación y logran formular varias preguntas, así como objetivos y/o hipótesis de investigación viables. (4)	Identifican las variables que intervienen en el problema de investigación, y logran formular preguntas y objetivos y/o hipótesis sencillas, pero adecuados de trabajar. (3)	Identifican algunas variables sin lograr distinguir su naturaleza, por lo que requieren la intervención del docente para formular preguntas y objetivos y/o hipótesis. (2)	Les resulta muy difícil o imposible identificar las variables que intervienen en el problema de investigación, y por tanto no logran formular preguntas y objetivos y/o hipótesis adecuadas. (1)
<b>Argumentación teórica, metodológica y práctica</b>	Exponen, de forma completa, clara y bien argumentada la relevancia teórica, metodológica y práctica, de la investigación, basándose en datos científicos y en el propio contexto. (5)	Explican y argumentan la relevancia teórica, metodológica y práctica, de la investigación a partir de datos de la propia experiencia y de la literatura científica. (4)	Explican de forma general la relevancia teórica, metodológica y práctica, de la investigación, a partir de la experiencia particular o de las aplicaciones básicas del tema estudiado. (3)	Logran expresar algunas ideas en torno a la importancia de la investigación que está realizando. (2)	Tienen dificultad para identificar y expresar la importancia que reviste la investigación que pretende realizar. (1)
<b>Registro y sistematización de los datos</b>	Realizan una sistematización de datos muy completa, precisa y clara, a partir de criterios y categorías relevantes para el objeto de estudio.	Sistematizan la información obtenida en el trabajo de campo a partir de categorías bien establecidas. Emplea tanto recursos	Realizan la sistematización de los datos obtenidos en el trabajo de campo a partir de categorías de clasificación generales y	Realizan una organización y sistematización básica de los datos obtenidos en el trabajo de campo. Lo logran con cierta dificultad y	Les es dificultoso organizar y clasificar la información obtenida. (1)

	Emplea recursos informáticos avanzados como software estadístico o de análisis cualitativo de textos. (5)	manuales (fichas, tabulaciones, etc.) como informáticos (bases de datos, hojas de cálculo, etc.). (4)	empleando recursos como codificaciones gráficas, síntesis, tablas y fichas. (3)	requiriendo mucha asistencia por parte del docente. (2)	
<b>Interpretación de los datos y resultados</b>	Interpretan de forma profunda e integral los datos, llegan a resultados relevantes y novedosos que formulan y explican con sólidos fundamentos teóricos y empíricos. (5)	Logran interpretar los datos de forma muy completa. Llegando a resultados bien fundamentados teórica y empíricamente. (4)	Logran hacer una buena interpretación de los datos y llegan a unos resultados bien fundamentados. (3)	Consiguen llegar a una incipiente interpretación de los datos y a estructurar una presentación suficientemente coherente de los resultados. (2)	Les es difícil inferir los significados de la información obtenida. La exposición de los resultados se limita a una presentación de los datos. (1)
<b>Elaboración de las conclusiones</b>	Las conclusiones están soportadas por el análisis de datos y son acordes con los objetivos	Las conclusiones están soportadas por el análisis de datos, pero mantienen una desviación leve con los objetivos (4)	Las conclusiones están soportadas por el análisis de datos, pero se desvían casi en su totalidad de los objetivos (3)	Las conclusiones tienen poco soporte en el análisis de datos o son incoherentes. (2)	Las conclusiones no tienen soporte en el análisis de datos. (1)
<b>Redacción del informe final</b>	Producen un informe completo e integral en su estructura, excelente en su presentación, con absoluta precisión técnica y literaria. (5)	Elaboran un informe completo en su estructura, con muy buena presentación y total precisión literaria y técnica (4)	Elaboran un informe completo y correcto literaria y técnicamente. (3)	Logran estructurar un informe suficientemente completo y ordenado, pero con algunos descuidos literarios y técnicos. (2)	Presentan un informe cuyo texto tiene problemas de organización, descuidos ortográficos e importantes inconsistencias técnicas. (1)
<b>Socialización de los resultados</b>	Muestra una gran seguridad en sus producciones orales y elabora un discurso ordenado, claro y con ideas adecuadas al tema que se propone. (5)	Sus intervenciones orales denotan menor seguridad, más sin embargo logran mantener una claridad y un orden bastante adecuados. (4)	Realizan sus intervenciones orales con ciertas correcciones y logran mantener una claridad y un orden bastante adecuados. (3)	Comienzan sus intervenciones orales con poca seguridad, por lo que necesitan el apoyo constante del docente para mantener el orden y expresar sus ideas de forma comprensible. (2)	Muestran una gran inseguridad en sus producciones orales y no son capaces de elaborar un discurso ordenado y comprensible. (1)
<b>Elaboración de actividades académicas</b>	Muestran un gran interés para realizar las tareas encomendadas, han desarrollado el gusto para adquirir conocimientos y entregan trabajos con excelente estructura y orden. (5)	Muestran interés para realizar las tareas que se le encomiendan y entregan los trabajos con una presentación ordenada y una calidad media en la claridad y orden. (4)	Muestran interés en algunas tareas de las que se le encomiendan, entregan los trabajos. Presentación ordenada, pero con defectos en la claridad y orden. (3)	Muestran poco interés en la realización de las tareas encomendadas y entrega los trabajos con una presentación inadecuada y poco orden. (2)	No muestran interés en la realización de las tareas encomendadas y entregan pocos trabajos con una presentación inadecuada y poco orden. (1)
<b>Desarrollo colaborativo del proyecto</b>	Todos los participantes del proyecto participaron activamente en la construcción de la actividad y en la toma de decisiones. (5)	Casi todos los participantes del proyecto participaron activamente en la construcción de la actividad y en la toma de decisiones. (4)	No todos los integrantes del grupo participaron activamente en la construcción de la actividad y en la toma de decisiones. (3)	Solo uno o pocos integrantes del grupo tomaron decisiones en el diseño, sin embargo, no hicieron uso de herramientas colaborativas. (2)	No utilizaron ninguna herramienta de trabajo colaborativo, por lo que la comunicación se mantuvo por correo institucional. (1)
<b>Total</b>					

**Observaciones:**

---



---

## Anexo O. Rúbrica de autoevaluación de la experiencia de aprendizaje

<b>Asignatura</b>	Biología Molecular II			<b>Nivel</b>	5° Nivel
<b>Nombres completos</b>				<b>Grupo</b>	
<b>Tema del proyecto</b>				<b>Fecha</b>	
<b>Indicadores</b>	<b>Nivel de desempeño</b>				
	<b>Excelente</b>	<b>Muy Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Deficiente</b>
Explica en forma clara y precisa ¿cuál es el problema estudiado? y ¿cómo lo aborda desde su disciplina a partir de la propuesta del proyecto?					
Formula ideas que serán analizadas a través de la recolección de información y datos, y su relación con su propio contexto y realidad.					
Determina el tipo de fuente de información, seleccionando textos eficaces para responder al planteamiento del problema.					
Estructura los objetivos generales y específicos de forma que sean reales, medibles y alcanzables. Los redacta con verbos en infinitivo.					
Explica claramente la importancia y pertinencia de la propuesta, además de los beneficios de los resultados conseguidos de la misma.					
Hace una revisión rigurosa de la literatura en la que exponen criterios de inclusión y exclusión de temas y subtemas relevantes del proyecto.					
Describe a detalle en pasos organizados, todas las actividades realizadas en la solución de problema.					
Construye colaborativamente la elaboración del experimento, así como la estructuración conjunta del documento.					
Presenta en su totalidad las evidencias gráficas correspondientes a la descripción de las actividades.					
Presenta resultados con claridad, identifica hallazgos y los redacta de forma general y específica.					
Interpreta correctamente gráficas estadísticas, textos y documentos científicos, identificando palabras y significados.					
Los hallazgos están relacionados con los objetivos, marco teórico y planteamiento del problema.					
Comparte el aprendizaje obtenido mediante la socialización del proyecto.					
Concluye si la experiencia llenó las expectativas propuestas en el desarrollo del proyecto.					
<b>Total</b>					

**Observaciones:**

---

## Anexo P. Instrumento CodA y valoración de la calidad del OVA.



Maestría en Tecnología e Innovación Educativa

Proyecto: Exelearning en el Aprendizaje Basado en Proyectos como Estrategia Didáctica para la Investigación en la carrera de Ingeniería en Biotecnología

### EVALUACIÓN DEL OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAJE (OVA)

Plantilla de evaluación de la calidad	1	2	3	4	5	N/A
<b>Autor:</b> Ronald Daniel Toapanta Morocho <b>Nombre del OVA:</b> Investigando Técnicas Moleculares <b>Herramienta:</b> Exelearning						
<b>1. Objetivos y coherencia didáctica del OA</b>					X	
<i>Notas: Existe coherencia entre los objetivos, destrezas y destinatarios</i>						
<b>2. Calidad de los contenidos del OA</b>					X	
<i>Notas: El contenido es coherente con los objetivos, destrezas a desarrollar y modos de explotación</i>						
<b>3. Capacidad de generar reflexión, crítica e innovación</b>				X		
<i>Notas: El OA promueve/facilita que el alumno descubra/genere/adquiera las ideas de aprendizaje de forma autónoma</i>						
<b>4. Interactividad y adaptabilidad</b>				X		
<i>Notas: El alumno siente que realmente controla y maneja su aprendizaje</i>						
<b>5. Motivación</b>					X	
<i>Notas: El OA responde a sus intereses personales o profesionales.</i>						
<b>6. Formato y diseño</b>					X	
<i>Notas: El diseño organizado, claro y conciso</i>						
<b>7. Usabilidad</b>					X	
<i>Notas: Es fácil navegar en el contenido digital del OA</i>						
<b>8. Accesibilidad</b>						
<i>Notas: no aplica</i>						
<b>9. Reusabilidad</b>				X		
<i>Notas: El OA o alguno de sus módulos puede utilizarse en diversos entornos de aprendizaje: presencial, virtual, mixto</i>						
<b>10. Interoperabilidad</b>					X	
<i>Notas: El contenido del OA se ha creado en formatos que son de uso general o estándar de facto</i>						



Ing. Santiago Zarate  
COORDINADOR DE CARRERA DE BIOTECNOLOGIA