



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de Ciencias de la Electrónica

**Estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica: estudiantes de ingeniería de segundo y tercer semestre de una institución pública de Educación Superior.**

Tesis

Presentada para obtener el grado de  
Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos

Presenta

Caroleny Eloiza Villalba Hernández

Director

Dr. Daniel Mocencahua Mora.

Codirector

Dr. Luis Abraham Sánchez Gaspariano.

Evaluadores externos

Dra. Rosario Rogel Salazar

Dr. Alfonso Infante Moro

Enero 2025

## **Dedicatoria**

### **A mi hija, Valery Elizabeth**

por estar a mi lado y ayudarme a descubrir la valentía que llevo dentro. Tu apoyo en este camino de formación académica ha sido fundamental para mí.

### **A mi esposo, Freddy Narea**

por ser fuente de inspiración, por demostrarme a través de su ejemplo que se debe apostar por la academia aún en medio de situaciones adversas. Gracias por tu apoyo, por tus palabras de ánimo que me impulsan a continuar hacia adelante, cumpliendo mis anhelados proyectos.

### **A mi mamá, Nilda Hernández**

que, aunque este a distancia, siempre ha sido mi guía, ha estado presente en cada paso de mi vida. Lo que soy, lo que he logrado y lo que aún me falta por lograr, siempre será dedicado a ti.

## **Agradecimientos**

**A Dios**, por guiarme y permitir este tiempo en mi vida, por ser mi fortaleza, mi refugio, la voluntad para seguir adelante. Gracias por situar en mi camino a personas valiosas, quienes han sido instrumentos de vida, ofreciéndome apoyo oportuno e incondicional.

A mi Director de tesis **Dr. Daniel Mocencagua Mora** y Codirector **Dr. Luis Abraham Sánchez Gaspariano**, les expreso mi más sincero agradecimiento por las orientaciones recibidas, por el tiempo dedicado y el apoyo a lo largo de este proceso, gracias por el compromiso y por servir de inspiración en mi crecimiento académico.

A la **Dra. Yunuen Guzmán Cedillo** y al **Dr. Carlos Arturo Torres Gastelú** quienes me acompañaron durante mi estancia académica, sus conocimientos, recomendaciones, experiencia y dedicación lograron enriquecer mi desarrollo profesional.

**A mis profesores del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos (DSAE)**, quienes me acompañaron durante este camino les agradezco su dedicación, conocimientos y compromiso en cada clase, cada consejo y cada desafío, han dejado una huella en mi desarrollo personal y profesional.

**Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT)**, a la **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**, a la **Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE)**, su apoyo, recursos y confianza fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación.

## Resumen

En el contexto de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) surge la iniciativa de la presente investigación para diseñar, implementar y, finalmente, evaluar una estrategia pedagógica mediada por tecnología. Esta consistió en un centro virtual de aprendizaje adaptado a las necesidades de los y las estudiantes de ingenierías cursantes del segundo y tercer semestre de la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación Electrónica (MEIE) de la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE) de una Universidad Pública y Autónoma ubicada en el Estado de Puebla, durante el periodo académico comprendido entre los años 2020-2023. La investigación se enfocó en métodos mixtos, siguiendo una estrategia exploratoria secuencial, por lo que la recolección de datos se realizó atendiendo dos fases: la primera cualitativa, con una perspectiva hermenéutica, en este caso las técnicas de recolección de datos utilizadas fueron Focus Group, aplicación de un Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ), la segunda fase fue cuantitativa sustentada en la aplicación de una prueba objetiva de selección simple aplicada a dos grupos (control y experimental) y la comprobación de hipótesis. La propuesta didáctica fue soportada en el modelo instruccional ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación) que ofrece un enfoque didáctico estructurado, apoyado en el modelo F.O.S. (Fijo mi atención, Organizo mis conceptos, Simulo y aprendo), centrado en tres procesos cognitivos (atención sostenida, codificación semántica y recuperación de lo aprendido). Los resultados muestran una mejora notable no solo en las calificaciones y en la capacidad para aplicar conocimientos fundamentales en electrónica, sino que también promovió un aprendizaje centrado en el estudiante, lo que subraya la efectividad de la estrategia tecnopedagógica en contextos de educación superior.

**Palabras claves:** Aprendizaje, Estrategias tecnopedagógicas, Ingeniería, Electrónica.

## **Abstract**

In the context of Information and Communication Technologies, the initiative of this research arises in order to design, implement and, finally, evaluate a pedagogical strategy mediated by technology. This consisted of a virtual learning center adapted to the needs of engineering students in the second and third semesters of the subject of Electrical Metrology and Electronic Instrumentation (MEIE) of the Faculty of Electronic Sciences of a Public and Autonomous University located in the State of Puebla, during the academic period between 2020-2023. The research focused on mixed methods, following a sequential exploratory strategy, so the data collection was carried out according to two phases: the first qualitative, with a hermeneutical perspective, in this case the data collection techniques used were Focus Group, and the application of a Computer Systems Usability Questionnaire (CSUQ), the second phase was quantitative based on the application of an objective test of simple selection applied to two groups (control and experimental) and hypothesis testing. The didactic proposal was supported by the ADDIE instructional model (analysis, design, development, implementation, evaluation) which offers a structured didactic approach, supported by the F.O.S. model (I fix my attention, I organize my concepts, and I simulate and learn), focused on three cognitive processes (sustained attention, semantic coding, retrieval of what has been learned). The results show a marked improvement not only in grades and in the ability to apply fundamental knowledge in electronics, but also promoted student-centered learning, which underlines the effectiveness of the technopedagogical strategy in higher education contexts.

**Keywords:** Learning, Technopedagogical Strategies, Engineering, Electronics.

## Tabla de contenido

Resumen .....	iv
Abstract .....	v
Lista de tablas .....	x
Lista de figuras .....	xi
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del Problema de investigación.....	1
1.2 Preguntas de investigación .....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivo general .....	6
1.5 Objetivos específicos.....	7
1.6 Supuestos e hipótesis.....	7
1.7 Delimitaciones.....	8
1.8. Línea de investigación.....	8
1.9 Capitulado .....	9
<b>CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>11</b>
2.1. Revisión de la literatura.....	11
2.1.1 Fase Heurística .....	11
2.2.2 Fase Hermenéutica .....	23
<b>CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>32</b>
3.1. Articulación del marco teórico .....	32
3.1.1. Perspectiva pedagógica de la investigación .....	33
3.1.2 Perspectiva tecnológica de la investigación .....	36
3.2 Articulación Teórica – Conceptual.....	38

3.2.1	Término principal 1. Estrategias tecnopedagógicas.....	38
3.2.2	Término principal 2. Simuladores en educación.....	40
CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO .....		43
4.1.	Articulación del marco metodológico .....	43
4.2.	Diseño de investigación .....	44
4.3	Escenario .....	45
4.4	Muestreo.....	45
4.5	Trabajo de campo .....	47
4.6	Variables y constructos de la investigación. ....	49
4.7	Técnicas e instrumentos .....	51
4.8	Validación y confiabilidad de los instrumentos .....	52
4.8.1	Descripción del proceso de validación.....	53
4.8.2.	Justificación de la validación de los instrumentos .....	54
4.9	Recomendaciones y observaciones de expertos a los instrumentos.....	56
4.9.1	Formato de la Bitácora .....	56
4.9.2	Cuestionario dirigido a los y las docentes.....	58
4.9.3	Cuestionario exploratorio dirigido a los y las estudiantes.....	61
4.10.	Cálculo de coeficientes V de Aiken y Küder-Richardson.....	69
4.10.1	Coeficiente V de Aiken .....	69
4.10.2	Coeficiente de Küder-Richardson .....	73
CAPÍTULO 5. PROCESO DEL ANÁLISIS DE LOS DATOS.....		74
5.1	Descripción y justificación de los procedimientos para el análisis de los datos .....	74
5.1.1	Fase cualitativa.....	75
5.1.2	Fase cuantitativa.....	78
5.2.	Software para el análisis de datos .....	80
5.2.1	Para datos cualitativos. RQDA.....	80

5.2.2 Para datos cuantitativos. RStudio.....	81
<b>CAPÍTULO 6. PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA TECNOPEDAGÓGICA.....</b>	<b>84</b>
6.1 Etapas de la estrategia tecnopedagógica .....	84
6.1.1 Análisis.....	84
6.1.2. Diseño.....	90
6.1.3. Desarrollo .....	95
6.1.4. Implementación.....	107
6.1.5. Evaluación.....	111
<b>CAPÍTULO 7. RESULTADOS .....</b>	<b>114</b>
7.1 Fase exploratoria de la investigación .....	115
7.1.1 Percepción frente a la implementación de simuladores .....	115
7.1.2 Estrategias tecnológicas y pedagógicas en la enseñanza de la electrónica .....	124
7.2 Fase de implementación de la estrategia tecnopedagógica .....	126
7.2.1 Resultados de la aplicación del CSUQ.....	126
7.3. Fase de evaluación de la estrategia tecnopedagógica.....	132
7.3.1 Intervención de la estrategia tecnopedagógica mediante un Focus Group .....	132
7.3.2 Aplicación de la prueba de conocimiento al grupo control y experimental.....	137
<b>CAPÍTULO 8. DISCUSIONES .....</b>	<b>145</b>
8.1 Fase Exploratoria.....	145
8.2 Fase de Diseño .....	148
8.3 Fase de Implementación.....	150
8.4 Fase de Evaluación.....	151
8.5 Limitaciones del estudio.....	155
<b>CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>156</b>
Recomendaciones para futuras investigaciones .....	160

REFERENCIAS .....	162
Apéndice A. Temario de la asignatura MEIE .....	176
Apéndice B. Glosario de términos .....	177
Apéndice C. Carta de presentación .....	180
Apéndice D. Formato de validación para la bitácora .....	181
Apéndice E. Formato de validación para cuestionario y prueba objetiva .....	182
Apéndice F. Bitácora.....	183
Apéndice G. Cuestionario dirigido a estuđinates .....	186
Apéndice H. Cuestionario dirigido a docentes.....	188
Apéndice I. Guía de curaduría de contenidos .....	190
Apéndice J. Cuestionario de usabilidad en sistemas informáticos.....	191
Apéndice K. Prueba Objetiva.....	192
Apéndice L. Consentimiento informado .....	197
Apéndice M. Tabla de congruencia.....	198

## Lista de tablas

Tabla 1. Metodología para la revisión del estado del arte en la etapa 1.....	12
Tabla 2. Metodología para la RSL. ....	13
Tabla 3. Número de artículos por perspectivas educativas. ....	17
Tabla 4. Matriz general de artículos revisados.....	19
Tabla 5. Aspectos del conocimiento. ....	26
Tabla 6. Definiciones de simuladores por diferentes autores.....	41
Tabla 7. Identificación y justificación de variables y constructos de la investigación. ....	50
Tabla 8. Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos aplicadas por etapas. ....	51
Tabla 9. Información general de la aplicación de cada instrumento. ....	52
Tabla 10. Panel de jueces expertos.....	56
Tabla 11. Sugerencias generales de los expertos. Bitácora.....	56
Tabla 12. Sugerencias generales de los expertos. ....	58
Tabla 13. Sugerencias generales de los expertos para el cuestionario. ....	61
Tabla 14. Indicadores y dimensiones para los ítems 1 y 5.....	63
Tabla 15. Indicadores y dimensiones para el ítem 2. ....	64
Tabla 16. Indicadores y dimensiones para los ítems 3,4,6,8 y 9.....	65
Tabla 17. Indicadores y dimensiones para el ítem 7. ....	66
Tabla 18. Indicadores y dimensiones para el ítem 9. ....	67
<i>Tabla 19. Indicadores y dimensiones para el ítem 10.....</i>	<i>68</i>
Tabla 20. Resultados por ítems de los acuerdos y desacuerdo entre los jueces.....	70
Tabla 21. Matriz de resultados por ítems de los acuerdos y desacuerdo entre los jueces.....	71
Tabla 22. Matriz de resultados por ítems de los acuerdos y desacuerdo entre los jueces.....	71
Tabla 23. Matriz de resultados por ítems de los acuerdos y desacuerdo entre los jueces.....	72
Tabla 24. Procedimiento para el análisis de los datos de acuerdo con cada instrumento. ....	74
Tabla 25. Aspectos por considerar para la estrategia tecnopedagógica. ....	89
Tabla 26. Justificación de los recursos pedagógicos.....	96
Tabla 27. Plan de implementación de la estrategia tecnopedagógica. ....	108
Tabla 28. Codificación para el análisis de la información del cuestionario 1.....	116
Tabla 29. Codificación de preguntas abiertas. ....	121
Tabla 30. Codificación para el análisis de la información del cuestionario 2.....	124
Tabla 31. Datos de la participación de los y las estudiantes al CSUQ.....	127
Tabla 32. Resultados de la aplicación del CSUQ.....	127
Tabla 33. Preguntas abiertas y de opinión para la valoración de la estrategia tecnopedagógica. ....	130
Tabla 34. Análisis por categorías de la información generada en el Focus Group. ....	133
Tabla 35. Calificaciones de los grupos control y experimental en el pretest y postest.....	138
Tabla 36. Valor de probabilidad aplicando la prueba de Shapiro- Wilk.....	141
Tabla 37. p-valor empleando RStudio.....	144

## Lista de figuras

Figura 1. Flujo del proceso de búsqueda.....	15
Figura 2. Porcentaje de artículos por enfoque metodológico.....	16
Figura 3. Porcentaje de artículos por años de publicación.....	17
Figura 4. Nodos de producción científica a nivel mundial. ....	18
Figura 5. Estructura conceptual. Mapa temático.....	19
Figura 6. Articulación del marco teórico preliminar.....	32
Figura 7. Triángulo interactivo, didáctico propuesto por Coll (2004). ....	34
Figura 8. Esquema general de la teoría del construccionismo de Papert. ....	37
Figura 9. Esquema de la estrategia tecnopedagógica.....	39
Figura 10. Articulación del marco metodológico.....	44
Figura 11. Esquema general del número de participantes en las diferentes etapas.....	46
Figura 12. Aspectos operativos considerados para la etapa 1 del trabajo de campo.....	47
Figura 13. Aspectos operativos para la implementación de la estrategia tecnopedagógica.....	48
Figura 14. Resumen de cambios sugeridos por los expertos en el formato de la bitácora.....	58
Figura 15. Resumen general de cambios sugeridos por los expertos en el cuestionario.....	60
Figura 16. Resumen general de cambios sugeridos por los expertos en el C1. ....	62
Figura 17. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para los ítems 1 y 5. ....	63
Figura 18. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 2. ....	64
Figura 19. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 3,4,6,8. ....	65
Figura 20. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 7. ....	66
Figura 21. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 9. ....	67
Figura 22. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 10. ....	68
Figura 23. Pasos generales seguidos para sistematización y análisis del discurso. ....	78
Figura 24. Interfaz de RQDA con la organización de categorías.....	78
Figura 25. Interfaz en R para la obtención de cuantiles teóricos y experimentales. ....	79
Figura 26. Captura del menú de RQDA con las opciones del programa. ....	80
Figura 27. Etapas del Modelo ADDIE.....	84
Figura 28. Etapa de análisis para la consolidación del diagnóstico. ....	85
Figura 29. Aspectos del plan de estudio que serán favorecidos con la estrategia.....	90
Figura 30. Etapa de diseño para la planeación del centro virtual de aprendizaje. ....	91
Figura 31. Etapa de diseño del centro de aprendizaje.....	91
Figura 32. Etapa de desarrollo del centro de aprendizaje. ....	96
Figura 33. Proceso de las 5 Cs de la curación digital.....	97
Figura 34. Valoración de recursos digitales V1, V2 Y V3 para la temática instrumentos electrónicos digitales.....	98
Figura 35. Valoración de recursos digitales V4 y V5 para la temática unidades y patrones. ....	99
Figura 36. Valoración de recursos digitales V6, V7 y V8 para la temática características estáticas de los sistemas de medidas.....	100
Figura 37. Valoración de recursos digitales V9 y V8 para la temática señales y sus tipos. ....	101
Figura 38. Valoración de recursos digitales V11, V12, V13, V14 y V15 para la temática circuitos eléctricos básicos.....	102
Figura 39. Valoración de recursos digitales V16 y V17 para la temática seguridad eléctrica para instrumentos electrónicos.....	103

Figura 40. Valoración de recursos digitales V18 y V19 para la temática de sensores resistivos.	104
Figura 41. Valoración de recursos digitales V20, V21 y V22 para la temática divisores de tensión. .....	105
Figura 42. Valoración de recursos digitales V23 y V24 para la temática puente de Wheatstone. .....	106
Figura 43. Valoración de recursos digitales V25y V26 para la temática amplificadores de instrumentación. ....	107
Figura 44. Etapa de implementación del centro de aprendizaje.....	108
Figura 45. Estudiantes de MEIE en la intervención de la estrategia tecnopedagógica. ....	110
Figura 46. Captura de pantalla de la página de inicio del centro virtual de aprendizaje.....	110
Figura 47. (1) Captura de pantalla del módulo 1- tema 1 del centro virtual de aprendizaje (2) producto de la actividad 2. Mapa conceptual generado por un estudiante (3) Producto de la actividad 3. Simulación generada por un estudiante de MEIE. ....	111
Figura 48. Etapa de evaluación del centro de aprendizaje. ....	112
Figura 49. Elementos a considerar en la estrategia tecnopedagógica propuesta.....	113
Figura 50. Identificación de los simuladores en MEIE. ....	120
Figura 51. Promedio de las calificaciones del pretest y postest para el grupo control y experimental. ....	139
Figura 52. Q-Q del pretest para (a) grupo control y (b) grupo experimental. ....	142
Figura 53. Q-Q del postest para (a) grupo control y (b) grupo experimental .....	142

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La presencia de tecnologías de información y comunicación en las instituciones educativas de nivel superior ha originado que las formas de acceso al conocimiento se modifiquen. Las instituciones ofrecen alternativas de formación distintas donde los docentes y aprendices participan jugando roles diversificados que parecen depender del contexto o el escenario educativo, impactando en el desempeño del proceso enseñanza-aprendizaje. Cuando la simulación se emplea en este proceso, se requiere de la organización y concatenación con las unidades didácticas, razón por la cual es necesario una dimensión tecnológica educativa que garantice la efectividad de los procesos cognitivos en el estudiante.

Respecto a la intención del estudio, se plantean como preguntas principales las siguientes:

PI1: ¿Qué contribuciones presenta la implementación de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería para aprender conceptos de electrónica? y PI2: ¿Cuál es el impacto de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería en el aprendizaje de conceptos de electrónica? Este estudio se enmarca en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) denominada: *Desarrollo Tecnológico e Innovación en los Sistemas y Ambientes Educativos* cuya finalidad es ampliar las fronteras del conocimiento en el campo de los Sistemas y Ambientes Educativos, a través de proyectos de investigación relacionados con el desarrollo de aplicaciones tecnológicas innovadoras, como elemento transformador del aprendizaje.

### **1.1 Planteamiento del Problema de investigación**

La UNESCO (2013) en el plan de acción considera que “para modernizar la educación superior en todos sus aspectos: contenidos, metodología, gestión y administración, se requiere el uso racional

de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como objeto de estudio, investigación y desarrollo”. En este sentido, bajo esta perspectiva de inclusión de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, se ha dado paso a la creación de diversos ambientes educativos cuyo elemento esencial es la implementación de herramientas tecnológicas, basadas principalmente en internet como medios que complementan los procesos formativos (Islas Torre, 2016). Por consiguiente, el problema central de este estudio radica en las limitaciones que enfrentan los estudiantes de ingeniería, particularmente en la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica (MEIE), para desarrollar un aprendizaje efectivo en contextos de educación a distancia.

El primer aspecto relacionado a la problemática radica en que, debido a la emergencia sanitaria provocada por la pandemia, los recursos didácticos en el área de ingeniería carecían de las características esenciales para ser utilizados en modelos educativos a distancia. Como consecuencia, el libro de texto tradicional perdió sentido; por lo tanto, los y las docentes fijaron su mirada en la incorporación de los entornos virtuales de aprendizaje combinando diferentes tecnologías al alcance (textos, registros, videos), desde una perspectiva de máximo provecho pedagógico de acuerdo con lo establecido por Duart y Sangrá (citado en Umaña-Mata, 2020).

A partir de ello, el diseño de sitios web que integran múltiples aplicaciones multimedia, dotaron a los y las docentes en general de nuevos ambientes de aprendizaje donde predominaron la interactividad y el rol del profesor/a innovador/a. De este modo, se facilita al estudiante la construcción de su propio conocimiento (Díaz Pinzón, 2018). Además, ante los nuevos contextos educativos en la virtualidad, se ha vuelto también la mirada hacia la implementación del uso de los simuladores sobre todo en materias que requieren realizar algunas prácticas como, por ejemplo, la electrónica. En este contexto, se proponen los entornos de simulaciones como objetos de

aprendizaje que, mediante un programa de software, intentan modelar parte de una réplica de los fenómenos de la realidad. Por ende, su propósito es que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento.

Por otra parte, el segundo aspecto del problema, específicamente para la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica (MEIE), asignatura que se aborda en el estudio, es la ausencia de espacios suficientes para la experimentación con equipos en los laboratorios. Por esta razón, se considera oportuno hacer comparaciones de los espacios tradicionales de laboratorio frente a espacios virtuales en el que se usen simuladores como herramientas tecnológicas. Cabe mencionar que el apéndice A, presenta el contenido del curso, con énfasis en los temas que permiten la aplicación de los simuladores.

El tercer aspecto de la problemática se vincula con las dificultades que existen en el aprendizaje de electrónica. Como lo afirma Psillos (citado en Games et al., 2012) “las dificultades de aprendizaje del alumno en el área de electrónica son: desarrollo del razonamiento sistémico, diferenciación conceptual, establecimiento de relaciones fenomenológicas y relación de diferentes modelos” (p. 13). Esta afirmación se consolida con los hallazgos obtenidos en la fase exploratoria de este estudio, en la que se les hizo una encuesta a los y las docentes y la misma arrojó que la “diferenciación conceptual” es un elemento que es necesario abordar en la asignatura de MEIE. Esto se debe a que aun cuando la materia es de naturaleza práctica los y las estudiantes requieren un conocimiento previo de los aspectos conceptuales que les permitan un mejor desempeño en sus prácticas de laboratorio.

Cuando se habla de “diferenciación conceptual” de acuerdo con Moscoso (citado en Games et al., 2012), se refiere a que el proceso de enseñanza de la electricidad debe fundamentarse en el aprendizaje de los conocimientos teóricos básicos. Desde esta perspectiva, como lo señala Paz

Penagos (2014), el profesor o la profesora de ingeniería combina la exposición del tema con el planteamiento de un caso práctico de aplicación de los conceptos, con el fin de afianzar la teoría explicada o incluso como instrumento para evaluar la comprensión de ésta. Por lo general, tales actuaciones didácticas aparecen regularmente en el contexto de los temas que se trabajan en el aula y el laboratorio.

A la luz de los planteamientos anteriores, este trabajo persigue el diseño, desarrollo y finalmente la evaluación de una estrategia tecnopedagógica para mejorar el aprendizaje de conceptos de electrónica en estudiantes de ingeniería que cursan la asignatura empleando como recurso tecnológico y mediador un simulador de circuitos electrónicos denominado Tinkercad <https://www.tinkercad.com/>

## **1.2 Preguntas de investigación**

De lo expuesto anteriormente surgen las siguientes preguntas:

**PI1:** ¿Qué contribuciones presenta la implementación de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería para aprender conceptos de electrónica?

**PI2:** ¿Cuál es el impacto de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería en el aprendizaje de conceptos de electrónica?

## **1.3 Justificación**

La iniciativa de la presente investigación es diseñar, desarrollar y evaluar una estrategia tecnopedagógica, la cual consiste en un centro de aprendizaje web para estudiantes del segundo y tercer semestre de ingeniería. Es dirigida al aprendizaje de conceptos, en la asignatura de MEIE, y

el recurso mediador propuesto es un simulador de circuitos electrónicos llamado Tinkercad, el cual se empleará como recurso tecnológico mediador adaptado a las necesidades de los estudiantes.

La intención para llevar a cabo esta investigación se originó inicialmente debido a la situación de pandemia por COVID-19. La necesidad de mantener el distanciamiento social durante este periodo llevó a considerar el uso de los recursos tecnológicos por parte de docentes y estudiantes. Este hecho implicó un desafío para la comunidad educativa, que se vio obligada a establecer procesos de enseñanza y aprendizaje oportunos y viables en este nuevo contexto.

Además, en conversaciones sostenidas con docentes, quienes imparten la asignatura de MEIE, señalan que sería oportuno hacer comparaciones ajustadas al aspecto tecnológico y pedagógico de las prácticas de laboratorio frente a los simuladores. Lo que permitió identificar la relevancia que pueden generar estos en el aprendizaje, desde la comprensión de conceptos de electrónica dado lo abstracto de los fenómenos en esta área. Al respecto Islas Torre (2016) indica: “emplear herramientas de aprendizaje que fomenten la experimentación práctica en los alumnos como, por ejemplo, los simuladores, los generadores de máquinas virtuales, los emuladores y otros, permiten que el alumno aprenda haciendo y con la guía adecuada, aprenda a aprender” (p.19).

Sin embargo, la idea no es verificar la eficiencia de un simulador de circuitos electrónicos, sino el objetivo es diseñar, desarrollar, implementar y finalmente evaluar una estrategia pedagógica que incluya el uso de la tecnología que responda a los requerimientos cognitivos de los y las estudiantes de electrónica desde un enfoque reflexivo, con objetivos claros y precisos. Esto debido a que, cuando las tecnologías son involucradas al ámbito educativo, es vital que se vinculen a estrategias pedagógicas apropiadas con la finalidad de que se conviertan en aliadas de los y las docentes en pro de establecer mejoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Al respecto, Saldarriaga et al. (2020) señalan que el uso de las tecnologías digitales se irá generalizando cada vez más en contextos educativos y de aprendizaje. Sin embargo, por más atractivas y novedosas que resulten las tecnologías en sí mismas, es muy importante tener siempre en mente que son solamente herramientas y que el verdadero valor está en el abordaje pedagógico en que se sustentan.

En este sentido, cuando la simulación se emplea en el proceso de enseñanza y aprendizaje requiere de la organización y concatenación con las unidades didácticas, razón por la cual es necesario una dimensión tecnológica y educativa que garantice la efectividad de los procesos cognitivos en el aprendiz, lo que conlleva al diseño de un modelo tecnopedagógico que permita abordar una dimensión pedagógica sustentada en el empleo de las TIC, en un contexto de aprendizaje mediante el diseño de secuencias didácticas.

Por lo tanto, los resultados del estudio podrán aportar una valiosa información para el profesorado interesado en optimizar sus estrategias didácticas y brindar un apoyo pedagógico más eficiente a sus educandos, en este sentido, surge la necesidad de indagar el contexto situacional partiendo del proceso de observación para luego describirlo y lograr la interpretación de las actitudes, procedimientos y contenidos conceptuales frente al empleo de la estrategia tecnopedagógica propuesta.

#### **1.4 Objetivo general**

Debido a lo anterior, el objetivo general de la investigación es:

Evaluar una estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de los y las estudiantes de ingeniería, del segundo y tercer semestre de la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación Electrónica (MEIE), en conceptos básicos de electrónica.

## **1.5 Objetivos específicos**

**OE1:** Conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica.

**OE2:** Identificar las estrategias tecnológicas y pedagógicas empleadas en la enseñanza de la electrónica.

**OE3:** Diseñar la estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de conceptos de electrónica de los sujetos de estudio.

**OE4:** Implementar la estrategia tecnopedagógica en el aprendizaje de electrónica en la asignatura MEIE para el aprendizaje de conceptos de electrónica de los sujetos de estudio.

**OE5:** Contrastar las experiencias de aprendizajes tradicionales frente a las presentadas con la implementación de la estrategia tecnopedagógica empleada en la asignatura MEIE.

## **1.6 Supuestos e hipótesis**

### **Supuestos**

- La integración de la disciplina que se enseña, con la pedagogía y con la tecnología ayudan a constituir una estrategia tecnopedagógica en el área de ingeniería que influye en el desempeño académico de los y las estudiantes en conceptos de electrónica.
- Los simuladores para circuitos electrónicos como parte de una estrategia tecnopedagógica influyen en desempeño académico de los y las estudiantes en conceptos de electrónica.

### **Hipótesis**

El diseño y uso de una estrategia tecnopedagógica mejora el desempeño académico en contenidos conceptuales básicos de electrónica en estudiantes de ingeniería.

**H<sub>1</sub>:** El diseño de una estrategia tecnopedagógica mejora el desempeño académico en los conceptos básicos de electrónica en estudiantes de ingeniería.  $MC < ME$

**H<sub>0</sub>:** El diseño de una estrategia tecnopedagógica no mejora el desempeño académico en los conceptos básicos de electrónica en estudiantes de ingeniería.  $MC \geq ME$

Nota: MC es el promedio de las calificaciones del grupo control mientras que ME es el promedio de calificaciones del grupo experimental.

### 1.7 Delimitaciones

- **Espacial:** Institución de Educación Superior Pública, Autónoma y Mexicana.
- **Temporal:** el periodo de estudio que abarca el proyecto de investigación es de agosto de 2020 a julio de 2023, en los cuales se realizó fase de revisión del estado del arte, diagnóstico de necesidades académicas, elaboración de estrategias tecnológicas y pedagógicas e implementación para la verificación de su efectividad en el proceso de aprendizaje de conceptos de electrónica.

### 1.8. Línea de investigación

El presente trabajo de investigación se ubica, conforme a la actualización a partir de 2023 en el Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos (DSAE), en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) en *Desarrollo Tecnológico e Innovación en los Sistemas y Ambientes Educativos*, la finalidad de esta LGAC es ampliar las fronteras del conocimiento en el campo de los Sistemas y Ambientes Educativos, a través de proyectos de investigación relacionados con el desarrollo de aplicaciones tecnológicas innovadoras, como elemento transformador del aprendizaje. En esta línea se incluyen diversos proyectos de investigación; el presente trabajo se

ubica dentro de los temas: *Nuevas estrategias y sistemas interactivos pedagógicos (aula invertida, gamificación, realidad aumentada, simulación, entre otras)* y *Desarrollo, implementación y evaluación de materiales y recursos educativos digitales*.

## **1.9 Capitulado**

La propuesta de organización de este trabajo se realiza en función de los siguientes capítulos:

- 1. Introducción:** consta del planteamiento del problema, preguntas de investigación, supuestos e hipótesis, objetivos del estudio, justificación y delimitación de la investigación.
- 2. Estado del arte:** en este apartado se encuentra una revisión sistemática de la literatura en torno a los referentes educativos en los que se orienta el uso de simuladores como herramientas interactivas en educación superior. Se presentan los hallazgos, carencias y contradicciones encontrados en la revisión de la literatura.
- 3. Marco teórico:** en este capítulo se presentan las teorías que sustentan esta investigación: Teoría Educativa Principal, Constructivismo de Jean Piaget y, como teorías secundarias, la Teoría de Cesar Coll relacionada con contenidos de aprendizaje la cual aborda la perspectiva pedagógica del estudio, y Teoría del construccionismo de Papert que aborda la perspectiva tecnológica. Además, se presenta la articulación teórica – conceptual.
- 4. Marco metodológico:** se presenta el paradigma del estudio, enfoque y diseño de la investigación, población, contexto, participantes, recolección y procesamientos de datos.
- 5. Análisis de los Datos :** se describen y justifican los procedimientos que se siguieron para el procesamiento de los datos, además se presenta como se llevó a cabo el análisis tanto en la fase cualitativa como en la cuantitativa. Finalmente, se especifica el software que se utilizó en cada una de las etapas.

- 6. Propuesta de la estrategia didáctica:** se explican en detalle las fases que se llevaron a cabo para la elaboración de la propuesta, siguiendo el Modelo ADDIE: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación.
- 7. Resultados:** se presentan los hallazgos tanto de la fase cuantitativa y como de la fase cualitativa, considerando las fases: exploratorias, de implementación y valoración de la estrategia tecnopedagógica.
- 8. Discusiones:** se establecieron de acuerdo con los resultados obtenidos y los objetivos de la investigación, considerando las teorías que orientan el trabajo y lo encontrado en el estado del arte. Además, se incluyeron las limitaciones del estudio.
- 9. Conclusiones:** se formularon las conclusiones en función del cumplimiento de cada uno de los objetivos del estudio y se añadieron las recomendaciones para futuras investigaciones.

## **CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE**

### **2.1. Revisión de la literatura**

Se realizó una búsqueda en la literatura sobre estudios vinculados con el empleo de los simuladores en Educación Superior, se abordaron temáticas alineadas a estrategias tecnológicas y pedagógicas que conlleven a la innovación educativa, considerando el efecto del aprendizaje mediado por tecnologías en ambientes educativos. Este apartado está constituido en tres secciones, la primera corresponde a la fase heurística la cual constituyó el punto de partida de la investigación., su propósito principal fue la exploración e identificación inicial de información relevante. Seguidamente se realizó la fase hermenéutica que se centró en la interpretación y análisis crítico de los artículos seleccionados, finalmente, se presentan los vacíos, contradicciones y carencias del conocimiento. Es importante mencionar que este proceso de revisión se desarrolló siguiendo dos estrategias complementarias de búsqueda: una tradicional, orientada a obtener una visión preliminar y general del tema, y una revisión sistemática de la literatura, diseñada para garantizar un enfoque exhaustivo y riguroso.

#### **2.1.1 Fase Heurística**

Esta fase se enfocó en la búsqueda y compilación de las fuentes de información, lectura de las fuentes encontradas, clasificación de los artículos, las metodologías y los marcos de referencia (Londoño et al., 2016). Para esta fase se establecieron dos etapas de búsqueda: la primera etapa corresponde a una revisión de la literatura mediante una estrategia tradicional y la segunda corresponde a una revisión sistemática de la literatura. La primera consistió en una revisión de artículos seleccionados de acuerdo con la percepción del autor sobre su relevancia, sin la aplicación

de un proceso metodológico estructurado que permitió construir un panorama general de la investigación, mientras que, en la segunda se abordaron preguntas específicas, seguido de una búsqueda en bases de datos científica y se establecieron criterios de exclusión e inclusión, siguiendo un protocolo de búsqueda estructurado. Existen diferencias entre ambas estrategias de búsqueda en cuanto al enfoque, el rigor y la reproducibilidad. Mientras que la estrategia tradicional adopta un enfoque narrativo y descriptivo con un rigor que depende del autor, la revisión sistemática se caracteriza por ser metódica, estructurada y analítica, respaldada por protocolos claramente definidos.

A continuación, se describen cada una de las etapas seguidas en esta fase:

**Etapas 1:** Revisión de la literatura

Para esta primera revisión se siguieron los pasos indicados por (Arnau & Sala, 2020) los cuales se observan en la tabla 1, para cada uno de los pasos se describen las acciones que se siguieron en este proceso metodológico.

*Tabla 1. Metodología para la revisión del estado del arte en la etapa 1.*

<i>Pasos</i>	<i>Descripción de la acción</i>
Diseñar la estrategia de búsqueda	Se establecieron las preguntas básicas para la búsqueda: ¿Qué campos de indagación se relacionan con el tema de investigación?, ¿Qué contenidos o tópicos se han definido como prioritarios? Se seleccionaron las bases de datos a consultar: Google Scholar, Scopus, Microsoft Academic, la búsqueda se centró de acuerdo con los descriptores A= estrategias tecnopedagógicas, B=aprendizaje mediado por tecnologías, C= simuladores de circuitos electrónicos.
Identificar y seleccionar la literatura relevante	A partir de los descriptores A, B, C se identificaron y seleccionaron 34 artículos relevantes para el estudio.
Almacenar y registrar los resultados de búsqueda	Los resultados obtenidos del proceso de búsqueda se registraron en una matriz bibliográfica en la que se consideraron los siguientes datos: autor(es), país, año, título, enfoque metodológico y ámbito disciplinar.
Modelar y organizar las referencias seleccionadas	Las referencias seleccionadas se organizaron en el gestor bibliográfico: Zotero.

Analizar e interpretar los resultados de los artículos seleccionados

Para el análisis e interpretación de los resultados se consideraron las carencias, vacíos y contradicciones del conocimiento.

*Fuente: Elaboración propia.*

## **Etapa 2:** Revisión sistemática de la literatura (RSL)

Se realizó una segunda etapa de búsqueda, por lo que se integró una revisión sistemática de la literatura, la cual conllevó un proceso de carácter descriptivo y exploratorio para evidenciar cómo se comportan las investigaciones en el área en la que se está realizando el estudio. Para esta segunda revisión de la literatura, se siguió la metodología descrita en (Okoli, 2015) cuyos pasos se detallan a continuación:

*Tabla 2. Metodología para la RSL.*

<i>Pasos</i>	<i>Descripción de la acción</i>
<i>Propósito de la revisión de la literatura</i>	Identificar estudios sobre el uso de simuladores en la educación superior. Descriptores A= estrategias tecnopedagógicas, B=aprendizaje mediado por tecnologías, C= simuladores de circuitos electrónicos Las preguntas iniciales a partir de las que se contextualiza el estudio son las siguientes, <i>Q1 ¿Cuáles son los referentes educativos en los que se orientan el uso de simuladores como herramientas interactivas en educación superior? Q2. ¿Cuál es el impacto educativo de la implementación de los simuladores?</i>
<i>Protocolo y entrenamiento</i>	El proceso de búsqueda de documentos consistió en seleccionar las bases de datos, fueron consultadas Scopus y Web of Science, para cada una se formuló la cadena de búsqueda, empleando las siguientes palabras claves: <i>simulators, Free Software, Higher Education, Information and Communication Technologies</i> (ver cuadros 1 y 2).
<i>Búsqueda de la literatura</i>	En el proceso de búsqueda se establecieron los criterios de inclusión y exclusión, los cuales responden a: (a) Publicaciones comprendidas entre los años desde 2015 hasta 2020 (b) Publicaciones en acceso abierto (c) artículos de revistas (d) Descriptor principal “simuladores” y “Educación superior” (e) Descriptores secundarios: enseñanza y aprendizaje (f) español como idioma materno (g) inglés como idioma universal. Mientras que los de exclusión: (a) capítulos de libro; (b) publicaciones con acceso abierto restringido; (c) áreas y subáreas como: medicina, agricultura, psicología, ventas, artes, farmacología, neurología, veterinaria, inmunología, estomatología, economía, comunicación, química y enfermería (d) idiomas diferentes al inglés y español.  Se aplicaron criterios de inclusión (a, b, c, d, e) y de exclusión (a, b, c, d) en las opciones de filtrado de Web of Science y Scopus, y por último se

<i>Filtración práctica</i>	realizó la revisión de los artículos obtenidos, se hizo la lectura de resúmenes, palabras claves aplicando los criterios de inclusión (d, e, f, g) y de exclusión (c, d) (ver Figura 1).
<i>Evaluación de calidad</i> <i>Extracción de datos.</i>	Se realizó un análisis de contenido, resultando 5 artículos seleccionados, a partir de los cuales se dio respuesta a las preguntas iniciales del estudio.
<i>Síntesis de los estudios.</i>	Se resaltaron las características generales de los artículos en una matriz bibliográfica que incluye: nombre de los autores, año, país de origen, título del estudio, ámbito disciplinar, enfoque metodológico, esto con el propósito presentar información sintetizada de los documentos revisados.

*Fuente: Elaboración propia.*

**Cuadro 1. Cadena de búsqueda generada en Scopus.**

( "Simulators" AND "Higher Education" ) AND ( ( learning ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUB YEAR , 2020 ) OR LIMIT-TO ( PUB YEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUB YEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO ( PUB YEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUB YEAR , 2016 ) ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "MEDI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "BIOC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "AGRI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "PSYC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "BUSI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ARTS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "NURS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "PHAR" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "NEUR" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "VETE" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "DENT" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ECON" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "IMMU" ) ) AND ( LIMIT-TO ( EXACT KEYWORD , "Education" ) OR LIMIT-TO ( EXACT KEYWORD , "E-learning" ) OR LIMIT-TO ( EXACT KEYWORD , "Learning" ) OR LIMIT-TO ( EXACT KEYWORD , "Teaching" ) ) AND ( EXCLUDE ( EXACT KEYWORD , "Virtual Reality" ) )

*Fuente: Elaboración propia.*

**Cuadro 2. Cadena de búsqueda generada en Web of Science**

TEMA: ("Simulators" AND "Higher Education") Refinado por: AÑOS DE PUBLICACIÓN: (2020 OR 2019 OR 2018 OR 2017 OR 2016 OR 2015) AND TIPOS DE DOCUMENTOS: (ARTICLE) AND [excluyendo] CATEGORÍAS DE WEB OF SCIENCE: (BUSINESS OR CHEMISTRY MULTIDISCIPLINARY OR COMMUNICATION OR MEDICINE GENERAL INTERNAL OR AGRICULTURAL ENGINEERING) AND Acceso Abierto: (OPEN ACCESS) Período de tiempo: Últimos 5 años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A & HCI, ESCI.

*Fuente: Elaboración propia.*

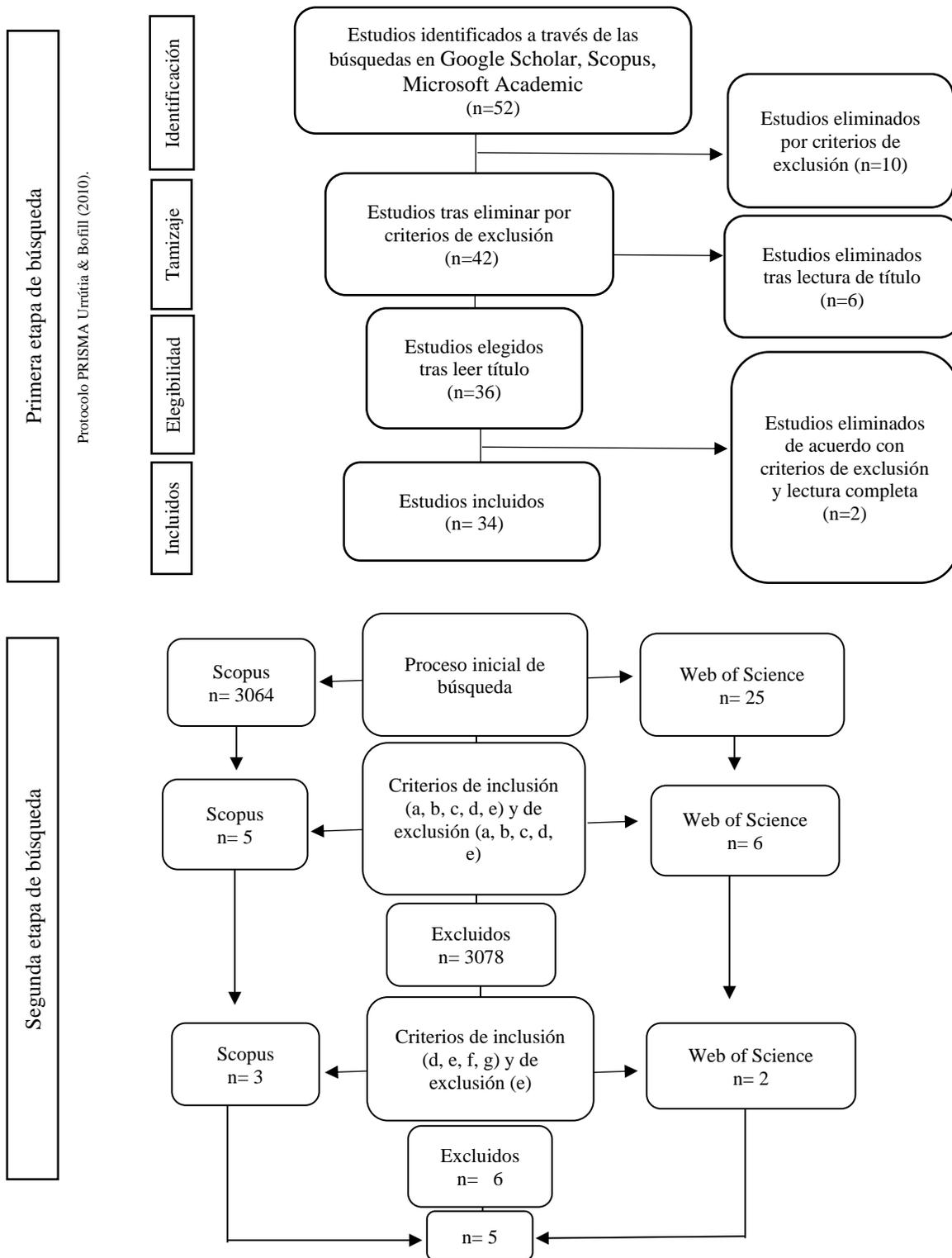
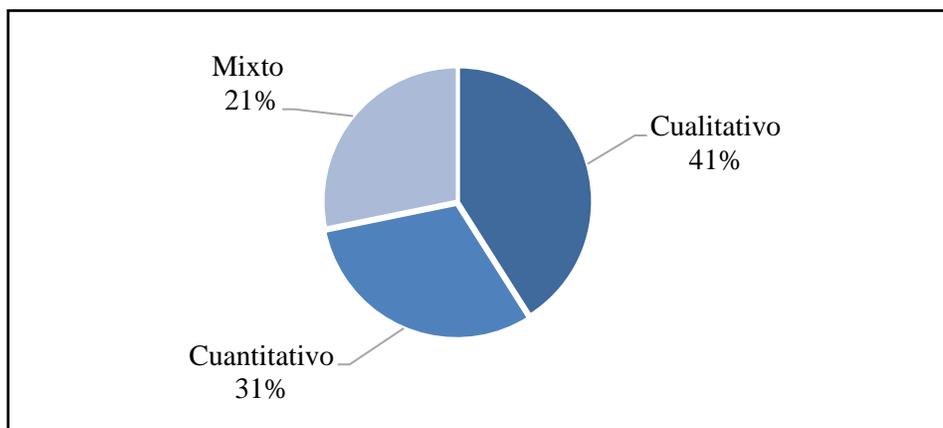


Figura 1. Flujo del proceso de búsqueda.

Fuente: Elaboración propia.

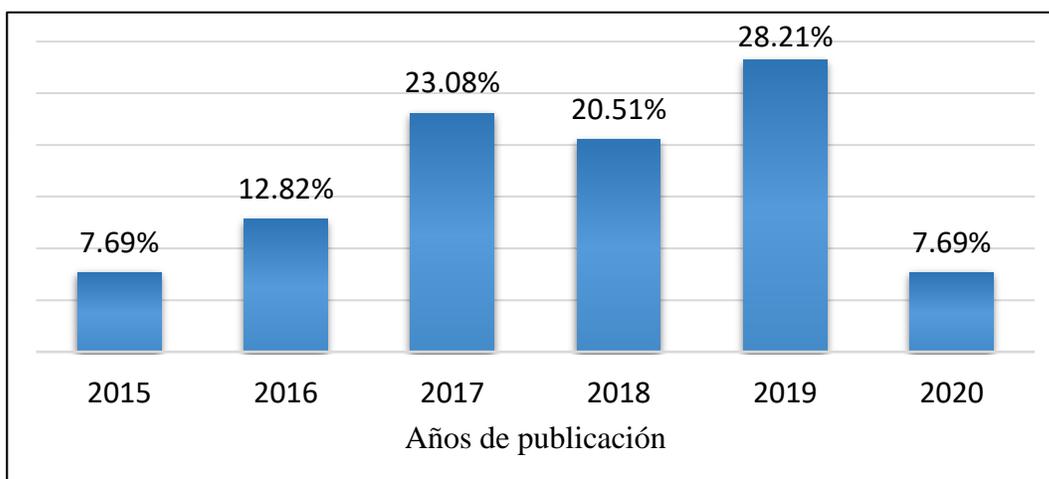
## Resultados de los artículos revisados

Como resultado de las dos etapas de búsqueda se obtuvo un total de 39 artículos que contribuyen al estado del arte de la investigación. En la primera etapa se obtuvieron un total de 34 artículos y para la segunda etapa un total de 5 artículos, los mismos presentan enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos, para los artículos que atienden a los términos claves como: estrategias tecnopedagógicas, aprendizaje mediado por tecnologías, simuladores de circuitos electrónicos en Educación Superior. En cuanto a la distribución porcentual por enfoque metodológico se reporta que el 31% (12 artículos) de los documentos revisados tienen un enfoque cuantitativo mientras que el porcentaje de 41% (16 artículos) corresponde a estudios cualitativos y un 28% (11 artículos) son mixtos, como se muestra en la figura 2.



*Figura 2. Porcentaje de artículos por enfoque metodológico.  
Fuente: Elaboración propia.*

Al clasificar los artículos por años de publicación la tendencia se ubica en el año 2019, ver figura 3, y en cuanto a las perspectivas teóricas, 11 de los artículos revisados que corresponden al 28%, consideran el constructivismo como perspectiva educativa adoptada en la implementación de los simuladores en Educación Superior, ver tabla 3.



*Figura 3. Porcentaje de artículos por años de publicación.  
Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 3. Número de artículos por perspectivas educativas.*

<i>Perspectiva Educativa</i>	<i>Nro.</i>	<i>%</i>
Constructivista (Jean Piaget)	11	28
Aprendizaje mediado por tecnologías	5	13
Desarrollo cognitivo (Jean Piaget)	10	26
Cognitiva Social (Albert Bandura)	4	10
Aprendizaje significativo (David Ausubel)	3	8
General de sistemas	1	3
Diseño centrado en el usuario	1	3
Aprendizaje basado en proyectos	1	3
Conectivismo (George Siemens)	2	5
Instruccional (Robert Gagné)	1	3
Totales	39	100

*Fuente: Elaboración propia.*

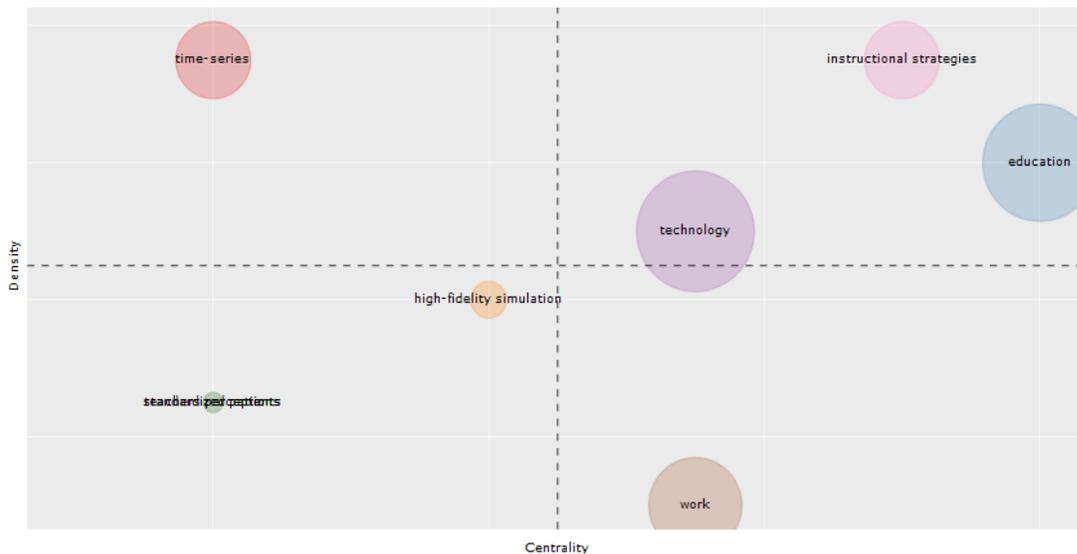
Ahora bien, en cuanto a la mayor producción científica en el tema de simuladores y Educación Superior en la figura 4 se evidencian algunos nodos ubicados en Europa, América, Australia y Asia, sin embargo, por frecuencia de artículos revisados aparecen países como España con el mayor número de producciones, luego Colombia y seguidamente Argentina. Esto permite una visión general de los países con mayor producción científica en la temática de simuladores y Educación Superior a nivel mundial.



*Figura 4. Nodos de producción científica a nivel mundial.  
Fuente: Elaboración propia.*

Otro aspecto a considerar es la estructura conceptual mediante un mapa temático de los artículos generados en la búsqueda, referidos a los descriptores: *simulators*, *Free Software*, *Higher Education*, *Information and Communication Technologies*, *Technological and pedagogical strategies*; en la figura 5 se observa que en el primer cuadrante los temas presentan una densidad mayor en los ámbitos de estrategias instruccionales, educación y tecnología, lo que significa que son temas relevantes, el segundo cuadrante presenta un referente asociado al componente temporal,

este tema no se observa fuertemente conectado con otros conceptos claves, el tercer cuadrante se centraliza en las simulaciones de alta fiabilidad y tiene poca densidad, esto podría indicar que son áreas emergentes o menos exploradas y finalmente para el cuarto cuadrante, el tema (work) presenta una baja centralidad y densidad, lo que indica que tiene una relevancia limitada y ocupa un lugar secundario en el análisis. El eje central en el contexto de un mapa temático se podría interpretar como el tema o concepto más importante, alrededor del cual giran otros conceptos secundarios o subtemas. En este sentido, el eje central sería el tema central que organiza y conecta los demás elementos en el mapa, mientras que el eje de densidad define la mayor concentración de elementos temáticos relacionados y podría considerarse más densa en términos de contenido temático.



*Figura 5. Estructura conceptual. Mapa temático.  
Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se presenta una matriz general de los artículos revisados, se presentan algunos datos de estos como autor, país, año, título, enfoque y ámbito disciplinar. La revisión y análisis de esos artículos permitió clasificarlos por áreas temáticas, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Matriz general de artículos revisados.

N°	Autores	País / año	Título	Enfoque	Ámbito disciplinar
<b>Área temática 1 (AT1). La simulación como herramienta de aprendizaje en educación superior</b>					
1	Torres Argomedo. L. J.	Perú 2018	Uso de simuladores y su incidencia en las habilidades para resolver problemas de redes de datos de los estudiantes de una Institución de Educación Superior.	Cuantitativo	Simuladores
2	Díaz Pinzón, J. E.	Colombia 2018	Aprendizaje de las matemáticas con el uso de simulación.	Cuantitativo	Tecnologías de la información.
3	Bentivenga, M., Giorgini, D & Bombelli, E.	Argentina 2019	Uso de simuladores como recurso educativo para facilitar la enseñanza y aprendizaje de Análisis descriptivo preliminar. Las Leyes de Newton	Cuantitativo	Simuladores como recurso educativo
4	Vidal Ledo, M. J., Avello Martínez, R., Rodríguez Monteagudo M. A & Menéndez, J. A.	Cuba 2019	Simuladores como medios de enseñanza.	Cualitativo	Simulación en la educación superior
5	Espino-Román, P., Olaguez-Torres, E., Gámez-Wilson, J. A., Said, A., Davizón, Y. A., & Hernández-Santos, C.	México 2020	Uso de simuladores computacionales y prototipos experimentales orientados al aprendizaje de circuitos eléctricos en alumnos de educación básica	Mixto	Alternativa de enseñanza.
6	Pirro, A. L.	Argentina 2019	Ambientes virtuales de enseñanza y aprendizaje del uso de simuladores.	Cualitativo	Simulación
7	Chaurasia, S.	India 2017	An empirical investigation on factors affecting perceived learning by training through simulations	Mixto	Aprendizaje basado en simulación
8	Sarı, U., Duygu, E., Şen, Ö. F., & Kırındı, T.	Turquía 2020	The Effects of STEM Education on Scientific Process Skills and STEM Awareness in Simulation Based Inquiry Learning Environment	Mixto	Aprendizaje por indagación, simulación por ordenador.
9	Rutten, N., Van der Veen, J. T., & Van Joolingen, W. R.	Países Bajos 2015	Inquiry-Based Whole-Class Teaching with Computer Simulations in Physics	Cuantitativo	Simulación

10	Velasco, J. & Buteler, L.	Argentina 2016	El aprendizaje de conceptos en termodinámica mediado por simulaciones computacionales: ¿cómo y cuándo?	Cualitativo	Simulaciones computacionales
11	Velasco, J. & Buteler, L.	Argentina 2017	Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física: una revisión crítica de los últimos años	Cualitativo	Simulaciones computacionales
12	López Benjumea, A.	Colombia 2016	La simulación, una herramienta para el aprendizaje de los conceptos físicos.	Cualitativo	Ambientes Educativos
13	Jamil, M. G., & Isiaq, S. O.	Inglaterra 2019	Tecnología didáctica con tecnología: enfoques para salvar el aprendizaje y la enseñanza de las lagunas en la simulación basada en programación de la educación	Cualitativo	Simulación, Educación Superior
14	Urquidi-Martín, A. C., Tamarit-Aznar, C., & Sánchez-García, J.	España 2019	Determinantes de la eficacia del uso simulaciones basadas en la gestión de recursos renovables en el desarrollo del pensamiento crítico: Un Aplicación de la Teoría del Aprendizaje Experiencial	Cuantitativo	Educación superior; simulaciones.
15	Rooney, D., & Nyström, S.	Suecia 2018	Simulación: Un espacio Pedagógico complejo	Cualitativo	Simulación, pedagogía, educación.
16	Sellberg, C.	Suecia 2017	Representación y promulgación del movimiento: El cuerpo como recurso instructivo en un entorno basado en simuladores	Cualitativo	Simuladores. Educación superior
<b>Área temática 2 (AT2). Efecto del aprendizaje mediado por tecnologías en ambientes educativos</b>					
17	Mor, E., Garreta, M., & Galofré, M.	España 2017	Diseño Centrado en el Usuario en Entornos Virtuales de Aprendizaje, de la Usabilidad a la Experiencia del Estudiante.	Cualitativo	Entornos virtuales de aprendizaje.
18	Islas Torre, C.	España 2016	La implicación del docente en los ambientes educativos mediados por tecnologías.	Mixto	Ambientes educativos
19	Vargas, N. A., Niño Vega, J. A., & Fernández Morales, F. H.	Colombia 2020	Aprendizaje basado en proyectos mediados por TIC para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas en matemáticas.	Mixto	Tecnologías de información y comunicación

20	Montoya Ramírez, P. A.	Colombia 2017	El desarrollo del pensamiento científico a través de la integración de ambientes de aprendizaje mediados por las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de la física.	Cualitativo	Ambiente de aprendizaje
21	García-Santillána, A., & Molchanova, V. S.	México 2018	Inclusion of Techno-Pedagogical Model in Mathematics Teaching-Learning Process	Mixto	Modelo tecnopedagógico
22	Bower, M.	Australia 2019	Technology-mediated learning theory	Cualitativo	Aprendizaje mediado por tecnología
23	Brown, K., Larionova, V., Stepanova, N., & Lally, V.	Rusia 2019	Re-imagining the Pedagogical Paradigm Within a Technology Mediated Learning Environment	Mixto	Aprendizaje mediado por tecnología
24	Wang, S., Zhang, K., Du, M., & Wang, Z.	China 2018	Development and measurement validity of an instrument for the impact of technology-mediated learning on learning processes	Cuantitativo	Aprendizaje mediado por tecnología
25	Kumpulainen, K., & Rajala, A.	Finlandia 2017	Negotiating time-space contexts in students' technology-mediated interaction during a collaborative learning activity	Cualitativo	Aprendizaje mediado por tecnología
26	Bayrak, T., & Akcam, B.	Estados Unidos 2017	Understanding student perceptions of a web-based blended learning environment	Mixto	Aprendizaje mediado por la tecnología
27	Curran, V., Reid, A., Reis, P., Doucet, S., Price, S., Alcock, L., & Fitzgerald, S.	Canadá 2015	The use of information and communications technologies in the delivery of interprofessional education: A review of evaluation outcome levels.	Cuantitativo	Tecnología de información y comunicación
28	Yot- Domínguez, C., Marcelo, C., & Mayor, C.	España 2015	University Teaching with Digital Technologies.	Cuantitativo	Diseño de aprendizaje
29	Papanikolaou, K., Makri, K., & Roussos, P.	Grecia 2017	Learning design as a vehicle for developing TPACK in blended teacher training on technology enhanced learning	Cualitativo	Aprendizaje mejorado por la tecnología
30	Sansone, N., Cesareni, D., Bortolotti, I., & Buglass, S.	Italia 2019	Teaching Technology-Mediated Collaborative Learning for Trainee Teachers	Mixto	Tecnología mediada por el aprendizaje

31	Beluce, A. C., & Oliveira, K. L.	Brasil 2018	Aprendizaje Mediadas por Tecnologías: Uso y Observación de profesores.	Cuantitativo	Tecnología Educativa
<b>Área temática 3 (AT3): Estrategias tecnológicas y pedagógicas desde la innovación educativa</b>					
32	Téllez, N. R., Bautista, R. B., & Rodríguez, M. S.	México 2019	Generación de evidencias de aprendizaje matemático y competencias profesionales mediadas por una estrategia tecnopedagógica.	Cuantitativo	Competencias mediadas por una estrategia tecnopedagógica.
33	Grenon, V., Lafleur, F., & Samson, G.	Canadá 2019	Developing the Techno-pedagogical Skills of Online University Instructors.	Cuantitativo	Herramientas tecnopedagógica. Educación a distancia.
34	Garduño Teliz, E.	México 2017	IDEA: Transformación de un modelo para la gestión tecnopedagógica.	Cualitativo	Modelo Educativo
35	Khine, S.M., Afari, E., & Ali, N.	Canadá 2019	Investigating Technological Pedagogical Content Knowledge Competencies among Trainee Teachers in the Context of ICT Course	Cuantitativo	Competencia tecnopedagógica
36	Escobar, M., Sanhueza, S., & Friz, M.	Chile 2018	Uso de estrategias tecnológicas en educación	Mixto	Tecnologías de información y comunicación Estrategias tecnológicas
37	Palma, K. L. S	Colombia 2012	Influencia que ejercen las estrategias tecnopedagógicas sobre el aprendizaje significativo de los estudiantes	Mixto	Herramientas tecnopedagógica.
38	Marcelo García, C., Yot Domínguez, C. R., & Perera Rodríguez, V. H.	España 2016	El conocimiento tecnológico y tecnopedagógico en la enseñanza de las ciencias en la universidad.	Cualitativo	Herramientas tecnopedagógica.
39	Ramírez Ramírez, L. N., & Ramírez Montoya, M. S.	México 2018	El papel de las estrategias innovadoras en educación superior	Cualitativo	Herramientas tecnopedagógica.

*Fuente: Elaboración propia.*

### **2.2.2 Fase Hermenéutica**

Esta fase consistió en la lectura, análisis, interpretación, correlación y clasificación de la información, según el grado de interés y necesidad frente a la nueva investigación. Para ello se siguieron dos etapas planteadas por Londoño et al. (2016) las cuales son: *la interpretación*, la cual consiste en el análisis de los documentos por áreas temáticas (AT) y *la construcción teórica* en la que se realiza la revisión e interpretación de núcleos temáticos.

#### **Etapas 1: interpretación**

De la revisión y el análisis de cada artículo, se identificaron tres áreas temáticas (AT). La clasificación de los artículos en estas áreas (ver tabla 4) facilitó la estructuración del estado del arte. A continuación, se mencionan estas áreas con el porcentaje de los artículos revisados:

**AT1.** La simulación como herramienta de aprendizaje en educación superior (41%)

**AT2.** Efecto del aprendizaje mediado por tecnologías en ambientes educativos (38%)

**AT3.** Estrategias tecnológicas y pedagógicas desde la innovación educativa (21%)

#### **Etapas 2: construcción teórica**

En esta etapa se realizó una revisión e interpretación por áreas temáticas lo cual permitió el análisis general de cada una de ellas. En la literatura es posible encontrar estudios vinculados con la educación en ingeniería en la que se abordan temáticas alineadas a estrategias tecnológicas y pedagógicas que conlleven a la innovación educativa mediante el empleo de simuladores, estableciéndose un proceso reflexivo acerca del efecto del aprendizaje mediado por tecnologías en ambientes educativo. A continuación, se presentan algunas temáticas que se generaron a partir de

la construcción teórica de los artículos revisados que permiten conocer un poco más a detalle el rumbo de este estudio.

### **AT1. La simulación como herramienta de aprendizaje en Educación Superior**

El empleo de simuladores en prácticas formativas se inició a mediados del siglo XX pero tiempo después fueron incorporados a procesos formativos, tanto académicos como industriales y empresariales como lo señala Gámez (2020), partiendo de esta premisa la simulación ha ganado mucho espacio y aceptación en diferentes disciplinas, específicamente en la educación, como lo indica Urquidi-Martín et al. (2019). Para las Instituciones de Educación Superior se recomienda el uso de simuladores que permitan que el alumno compruebe, con el mayor realismo posible sus soluciones a los diversos problemas, conforme lo plantea Torres Argomedo (2018). Hay que mencionar, además, que el propósito de las simulaciones está orientado al trabajo exploratorio, la inferencia, el aprendizaje por descubrimiento y el grado de autonomía según lo establece Díaz Pinzón (2018), en los niveles de pregrado y posgrado se ha evidenciado que el uso de los simuladores permite la efectividad en el trabajo en equipo, propicia confianza y seguridad, disminuye la ansiedad y permite una práctica segura y efectiva acorde con Ledo et al. (2019).

### **AT2. Efecto del aprendizaje mediado por tecnologías en ambientes educativos**

El desarrollo de la tecnología en los últimos tiempos ha impactado de manera directa a la educación pero como lo señalan Vargas et al. (2020), aunque las TIC proveen a los usuarios de múltiples herramientas informáticas para la interacción y presentación del contenido, es indispensable que el docente diseñe y valide estrategias pedagógicas eficaces permitiendo transformar las herramientas informáticas en un material educativo didáctico útil para la enseñanza-aprendizaje.

Por su parte, Montoya (2017) afirma que el ambiente de aprendizaje mediado por TIC favorece el desarrollo del pensamiento científico escolar, a partir de la modificación de los procesos metacognitivos, de búsqueda y construcción de explicaciones, así como la confrontación del conocimiento. A pesar de ello, Yot- Domínguez et al. (2015) sostiene la idea de que la tecnología por sí sola no cambia el entorno de aprendizaje, esto requiere una intervención más intensa, donde la tecnología acompañada de las estrategias de enseñanza y aprendizaje no solo prioricen la adquisición de conocimiento basado en recursos digitales, sino que establezcan la apropiación del conocimiento por parte de los y las estudiantes a través de actividades de aprendizaje productivas, vivenciales y comunicativas.

### **AT3. Estrategias tecnológicas y pedagógicas desde la innovación educativa**

Al preparar a los profesores para las escuelas del siglo XXI, las instituciones de formación de todo el mundo están plenamente conscientes de la necesidad de equipar a los alumnos, como lo indican Khine et al. (2019), no solo con conocimientos disciplinarios y habilidades de enseñanza, sino también con estrategias para entregar a los y las estudiantes el contenido de manera efectiva usando la tecnología. No obstante, es válido resaltar, como lo expone Palma (2012), que más allá del tipo de estrategias tecnopedagógicas utilizadas, puesto que estas sirven solo como instrumento o medio, es el tipo de actividad propuesta o la forma como se articula la actividad con el contenido del curso, objetivos de aprendizaje, forma de evaluación, perfil del estudiante y contexto, lo que realmente ofrece las bases para el desarrollo o propicia la generación de aprendizaje significativo. Las TIC por sí solas son solo una mediación en el proceso de enseñar y aprender, y en un sistema de aprendizaje virtual o presencial, la actividad educativa deberá fundamentarse en los principios de la psicología educativa y pedagogía. Una vez realizado el análisis general por áreas temáticas se

muestran en la tabla 5 aspectos del conocimiento como: vacíos, contradicciones y carencias, generados a partir del proceso de revisión y que resaltan aquello que aún falta por investigar (Vargas Merino & Huamán Cárdenas, 2021) (Sucozhañay Calle, 2020).

*Tabla 5. Aspectos del conocimiento.*

<i>Aspectos</i>	<i>Consideraciones</i>
Vacíos	¿Cómo caracterizar la flexibilidad en la instrucción? y ¿Cuál es el nivel óptimo?
Contradicciones	Algunas intervenciones didácticas utilizando simulaciones son exitosas y otras no.
Carencias	¿De qué manera deben estar guiadas las actividades con simulaciones?, ¿Qué estructura debe acompañar a las simulaciones para optimizar sus beneficios?

*Fuente: Elaboración propia.*

### **Análisis de los artículos revisados a partir de las preguntas iniciales de la búsqueda.**

Los artículos fueron sometidos a varias lecturas, los resultados y análisis obtenidos con la revisión se estructuraron a partir de las preguntas (Q), las cuales fueron formuladas tras una exploración inicial de la literatura para garantizar su claridad y viabilidad dentro del alcance del estudio. A continuación, se presentan las preguntas y sus respectivas respuestas (R).

#### **Q1. ¿Cuáles son los referentes educativos en los que se orienta el uso de simuladores como herramientas interactivas en educación superior?**

En este trabajo, los referentes educativos se consideran como conceptos aplicados dentro del contexto educativo.

**R1.** La visualización, la consistencia de los procedimientos de aprendizaje y la participación de los y las estudiantes son factores de empoderamiento, las implicaciones negativas de las tareas colaborativas, la desviación de la atención de los y las estudiantes cuando cambian de entornos virtuales y físicos de aprendizaje, así como el énfasis en la tecnología en la preparación de la enseñanza, aparecieron como desafíos. Los autores consideran que el *aprendizaje es transferible* entre otros programas de ingeniería y disciplinas académicas que utilizan la simulación con fines educativos (Jamil & Isiaq, 2019).

**R2.** Permitir a los profesores especificar la información requerida con respecto a los objetos de aprendizaje más fácilmente, y así detectar automáticamente los *estados afectivos* y el *estilo de aprendizaje de los y las estudiantes* (Khan et al., 2019)

**R3.** El *desarrollo del pensamiento crítico* está directamente determinado por la motivación del aprendizaje. La motivación de aprendizaje es directamente influenciada por la estructura de la simulación y la utilidad percibida. Y, por último, la utilidad percibida es determinada por el realismo de la simulación, de acuerdo con la teoría experiencial, que proclama que el conocimiento es la transformación de la experiencia en una conceptualización, logrando el aprendizaje mediante un proceso de reflexión sobre la experiencia vivida (Urquidi-Martín et al., 2019).

**R4.** El *espacio de simulación* no sólo es un espacio donde los seres humanos se transforman, sino que donde los seres humanos y la actividad que realizan transforman el espacio, enseñar en estos espacios de simulación es exigente para los educadores que deben apoyar el aprendizaje de todos los estudiantes. Por lo que una comprensión más profunda del espacio de simulación puede ayudar a los educadores a desarrollar intervenciones pedagógicas, que abran aún más las oportunidades de aprendizajes de los y las estudiantes (Rooney & Nyström, 2018).

**R5.** Los simuladores se utilizan para practicar en un entorno seguro antes de entrenar en un entorno crítico de seguridad. Dado que la naturaleza de las situaciones encontradas en los dominios de alto riesgo es complejo y dinámico, es fundamental que la simulación refleje las condiciones de las *tareas del mundo real*. Por ello, la formación mediante simulación adquiere relevancia al estar estrechamente vinculada con situaciones de la vida real (Sellberg, 2017).

## **Q2. ¿Cuál es el impacto educativo en la implementación de los simuladores?**

Para esta pregunta, la palabra "impacto" hace referencia al efecto o la influencia que tiene la implementación de los simuladores en el ámbito educativo.

**R1.** Posibilidad de desarrollar un *mecanismo de colaboración* en el entorno de simulación, una plataforma virtual o en red para la observación entre pares de las tareas de programación, pueden proporcionar oportunidades para seguir los procesos de finalización de tareas que también pueden ayudar a los y las estudiantes a compartir ideas y resolver problemas de manera más eficiente y prácticas reflexivas con pares en tareas de programación completadas (Jamil & Isiaq, 2019).

**R2.** Es importante que el docente conozca los estilos de aprendizaje y la identificación de los estados afectivos de sus estudiantes, haciendo así que los profesores puedan conocer *las preferencias y el comportamiento de los y las estudiantes* (Khan et al., 2019).

**R3.** Las simulaciones son una herramienta pedagógica útil para aprender promoviendo la *motivación intrínseca* entre los estudiantes, fomentando el compromiso y desarrollando habilidades. Se recomienda que la educación superior incluya simulaciones en sus procesos educativos, ya que apoyan el aprendizaje extensivo de dos áreas diferentes: la primera, son un puente entre la teoría y la práctica, permitiendo a los y las estudiantes la oportunidad de adquirir

experiencia a través de la participación, y la segunda facilitan el aprendizaje a través de las acciones que llevan a cabo y sus consecuencias, ya que, cuando los participantes perciben una realidad, piensan y toman decisiones para lograr su objetivo final (Urquidi-Martín et al., 2019).

**R4.** El aprendizaje puede darse a través de la alineación de la pedagogía y el espacio, *explorar pedagogías de espacios de simulación* utilizando casos prácticos ilustrativos que estén impulsados empíricamente y que contribuyan a una visión de nuevos espacios de aprendizaje (Rooney & Nyström, 2018).

**R5.** Con una formación basada en simuladores se pueden hacer experiencias y aprender lecciones de manera libre de riesgos. *El entorno controlado del simulador* también tiene ventajas pedagógicas porque los ejercicios pueden diseñarse para capacitar y evaluar resultados específicos de aprendizaje. En un simulador, la complejidad en diferentes situaciones puede añadirse o reducirse, adaptarse a la experiencia y los conocimientos previos de los estudiantes. Además, la formación basada en simuladores ofrece la posibilidad de realizar cambios durante el escenario para ajustarse al rendimiento del estudiante o incluso pausar el escenario para retroalimentación y discusión (Sellberg, 2017).

Finalmente, en este capítulo se identificaron ciertos aspectos del conocimiento, aunque aún es necesario profundizar en lo poco explorado sobre cómo integrar y documentar evidencias de aprendizaje, estableciendo comparativas entre la implementación de varios simuladores, bajo la misma temática de estudio, el proceso de capacitación docente, desde un apoyo efectivo, como caso particular en los simuladores, para garantizar un rendimiento eficiente en el aprendizaje. Los vacíos se relacionan con las estrategias tradicionales de enseñanza frente a las estrategias mediadas por tecnologías y las limitaciones relacionadas al uso del recurso tecnológico, sin embargo, existen

contradicciones o desacuerdos entre los autores sobre cómo la interactividad y el realismo en las simulaciones pueden ser factores que afecten la complejidad, lo cual dificulte el diseño intuitivo de la herramienta tecnológica.

### **Conclusiones del capítulo**

En este capítulo se emplearon diversas estrategias en la revisión del estado del arte, con el propósito de comprender la integración de tecnologías y enfoques pedagógicos innovadores en la enseñanza de la electrónica, integrando el uso de simuladores en educación superior. Esto permitió establecer una base sólida para el desarrollo de la estrategia tecnopedagógica, asegurando su alineación con los objetivos específicos del estudio. En este sentido, la revisión del estado del arte permitió identificar tres áreas temáticas clave y responder a dos preguntas iniciales de búsqueda (Q). El análisis realizado se vinculó directamente con los objetivos específicos del estudio de la siguiente manera:

1. La percepción de los estudiantes y las estrategias existentes en el uso de simuladores, permitieron comprender su influencia en la formación académica, especialmente en disciplinas como la electrónica. Esto se alineó con los objetivos específicos OE1 y OE2 de la investigación al explorar tanto la percepción estudiantil como las estrategias empleadas por parte de los docentes.
2. La construcción teórica de las áreas temáticas proporcionó elementos clave para el diseño de la estrategia tecnopedagógica, considerando tanto los vacíos existentes como las prácticas docentes identificadas en la literatura. Resaltando el papel de las tecnologías en

los procesos de enseñanza-aprendizaje, relacionándolo con el objetivo específico OE3 de la investigación vinculado con el diseño de la estrategia tecnopedagógica.

3. La evaluación de la estrategia tecnopedagógica debe considerar no solo los resultados académicos, sino también la experiencia y motivación de los estudiantes. Este enfoque se vincula con los objetivos específicos OE4 y OE5, destacando cómo las estrategias tecnopedagógicas contextualizadas pueden implementarse y evaluarse para optimizar los resultados de aprendizaje.

De igual manera, este capítulo permitió identificar las oportunidades para hacer esta propuesta de investigación, evidenciando lo siguiente:

1. Cómo el uso de simuladores y la integración de tecnologías educativas requiere estrategias pedagógicas claras y contextualizadas que permitan la comprensión conceptual y la práctica aplicada en áreas como la electrónica.
2. Los vacíos y carencias identificados en la literatura subrayaron la necesidad de modelos instruccionales para estructurar actividades con simuladores, algo que la estrategia tecnopedagógica diseñada en esta investigación busca abordar.
3. Para la evaluación de esta estrategia tecnopedagógica se debe considerar no solo el desempeño académico, sino también la experiencia, motivación y perspectiva de los estudiantes, como lo establecen los OE1, OE4 y OE5.

## CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

### 3.1. Articulación del marco teórico

En esta fase de la investigación se plantean las bases teóricas que direccionan el trabajo de investigación, se presentan los enfoques psicopedagógicos y tecnológicos, el primero sustenta la investigación desde el marco educativo partiendo de procesos de enseñanza y aprendizaje y el segundo brinda apoyo desde la aplicación de la tecnología como mediadora del aprendizaje, ambos enfoques son fundamentales debido a que ofrecen los sustentos que garantizan la consecuencia de la investigación (ver figura 6).

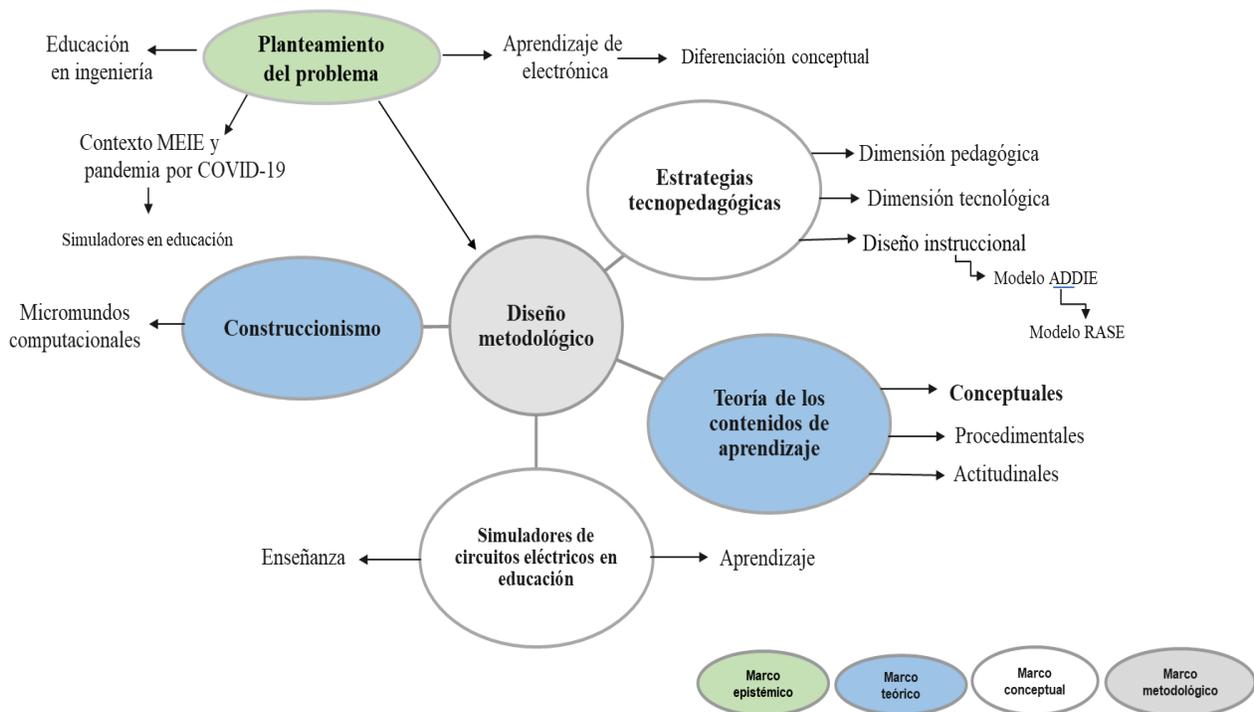


Figura 6. Articulación del marco teórico preliminar.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.1. Perspectiva pedagógica de la investigación

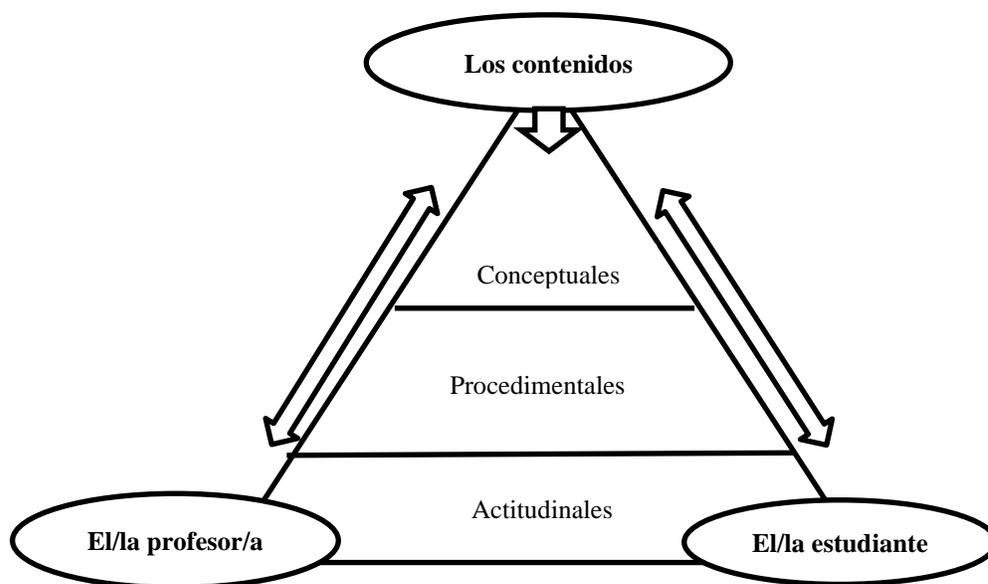
En el constructivismo, según bases teóricas de César Coll, los docentes brindan a los estudiantes herramientas y estrategias para fomentar un aprendizaje significativo, interactivo y dinámico, incentivando su curiosidad hacia la investigación. En contraste, la educación tradicional se centra en enseñar, memorizar e imponer contenidos, lo que resulta en estudiantes pasivos. De acuerdo con Tigse Parreño (2019), el constructivismo:

Es una teoría, ampliamente aceptada y utilizada, que afirma que el estudiante no adquiere el conocimiento de una forma pasiva sino activa lo que propicia un aprendizaje significativo, y utiliza enfoques que reconocen la importancia de emplear y cuestionar los modelos mentales ya presentes en los estudiantes para así mejorar su comprensión y rendimiento. Con el *enfoque constructivista* de enseñanza- aprendizaje, los estudiantes desarrollan habilidades metacognitivas, cognitivas y socioafectivas, alcanzando autonomía, lo cual los prepara para abordar desafíos globales a través de la indagación, la acción y la reflexión (p.25).

Este enfoque busca generar experiencias de aprendizaje significativas mediante estrategias cognitivas y metacognitivas que activen los conocimientos previos de los estudiantes. En este marco, el estudiante ocupa el centro del proceso, participa de manera activa, interactúa con el objeto de conocimiento y alcanza un aprendizaje significativo. Según Ausubel (citado en Tigse Parreño, 2019) para conseguir un aprendizaje significativo es importante relacionar los conocimientos previos para añadir el nuevo conocimiento.

El constructivismo ofrece una perspectiva integradora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, basada en el diagnóstico, análisis, planificación, toma de decisiones y evaluación de

dichos procesos. Además, destaca por transformar el rol del docente, quien deja de ser un simple transmisor de conocimientos para convertirse en un facilitador innovador. Además, los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales son importantes para entender la praxis educativa. En esta perspectiva se considera la teoría planteada por Cesar Coll, la cual establece que la clave de los procesos formales y escolares de enseñanza y aprendizaje reside en las relaciones que se establecen entre los tres elementos que conforman el triángulo interactivo (o triángulo didáctico), como se puede ver en la figura 7, el *contenido* que es objeto de enseñanza y aprendizaje, la actividad educativa e instruccional del *profesor o la profesora* y las actividades de aprendizaje de los y las *estudiantes* (Coll, 2004).



*Figura 7. Triángulo interactivo, didáctico propuesto por Coll (2004).  
Fuente: Elaboración propia.*

En este sentido, en educación al momento de abordar lo que es objeto de aprendizaje se toman en consideración contenidos de naturaleza diversa; de tal manera que para realizar una tarea educativa lo más consciente posible, requiere disponer de elementos interpretativos que permitan

conocer los procesos de aprendizaje que se llevan a cabo. Uno de los medios de gran ayuda para los análisis de los distintos contenidos de aprendizaje es el realizado por Coll et al. (1994) en la cual se establece una distribución en grupos: los contenidos conceptuales y los contenidos procedimentales. Esta clasificación es una gran potencialidad pedagógica, pues diferencia los contenidos de aprendizaje según el uso que de ellos debe hacerse (saber, saber hacer). Al respecto, Coll et al. (1994) establece que los contenidos “designan el conjunto de saberes o formas culturales cuya asimilación y apropiación por los alumnos y alumnos se considera esencial para su desarrollo y socialización” (p.13).

En lo que respecta a los contenidos conceptuales se han utilizado diferentes tipos de actividades, los cuales se concretan en los siguientes: a) *definición de significados*, donde se trata de que el alumno comprenda la definición; b) *reconocimiento de la definición*, en el cual tendrá que seleccionar el significado correcto de un concepto entre varias posibilidades; c) *exposición temática*, debe realizar una composición estructurada sobre un determinado tema; d) *identificación y categorización de ejemplos*, exige saber reconocer ejemplos relacionados con un concepto; e) *aplicación a la solución de problemas*, requiere la movilización de los conceptos aprendidos para resolver diferentes situaciones problemáticas (Coll, 2004), (Coll et al. 1994).

Para aprender un contenido procedimental son necesarias: la ejecución de un conjunto de acciones ordenadas, la ejercitación abundante y variada, la reflexión del educando sobre su propio accionar y la evaluación de los pasos dados y de los resultados obtenidos. Si bien el procedimiento deriva de su carácter de "saber hacer", en los contenidos procedimentales están implicados los contenidos teóricos que se deben aprender. Así, el estudiante deberá adquirir un conocimiento de los contenidos conceptuales asociados al contenido procedimental (Coll, 2004), (Coll et al. 1994).

Y, por último, los contenidos actitudinales, constituyen los valores, normas, creencias y actitudes conducentes al equilibrio personal y a la convivencia social, por lo tanto, la actitud es considerada como una propiedad individual que define el comportamiento humano y se relaciona directamente con el ser, están relacionadas con la adquisición de conocimientos y con las experiencias que presenten modelos a partir de los cuales los y las estudiantes pueden reflexionar. Ahora bien, debido al dinamismo de las sociedades actuales, la educación requiere cambios que garanticen la efectividad de los procesos de enseñanza siguiendo metodologías adaptadas a nuevos cambios de paradigmas, direccionando los procesos educativos tradicionales hacia un referente significativo brindando al estudiante la evocación de saberes previos y pueda relacionarlos con el nuevo aprendizaje, hacia su posterior transferencia y aplicación desde su quehacer cotidiano; desde este enfoque constructivista Meléndez (2013) afirma:

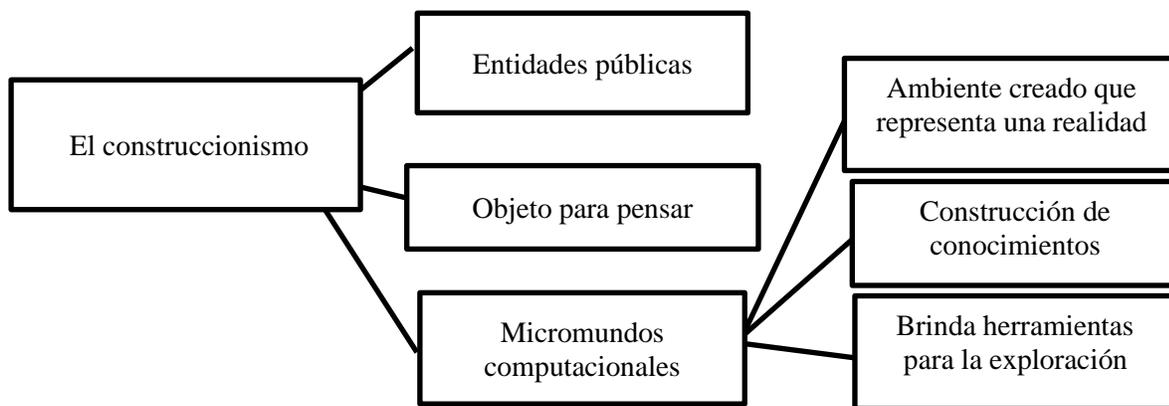
Las TIC son cada vez más amigables, accesibles y adaptables como herramientas que las escuelas asumen y actúan sobre el rendimiento personal y organizacional. Estas escuelas que incorporan la computadora con el propósito de hacer cambios pedagógicos en la enseñanza tradicional hacia un aprendizaje más constructivo. Allí la computadora y la información promueven el desarrollo de habilidades y destrezas (p.217).

### **3.1.2 Perspectiva tecnológica de la investigación**

Seymour Papert, desarrolló la teoría del construccionismo a partir del constructivismo, el primero es un método educativo en el que, según Papert, permite crear artefactos físicos para practicar lo que han aprendido y experimentar los resultados de manera tangible, mientras que los y las estudiantes se involucran en la producción de la construcción del conocimiento (Saldarriaga et al.,

2020). El construccionismo es diferente del constructivismo dado que el primero permite productos tangibles para que el aprendizaje ocurra, mientras que, en el constructivismo, el aprendizaje es una ocurrencia cognitiva.

Papert considera las computadoras como semillas culturales que pueden ejercer una poderosa influencia en el pensamiento de las personas. En particular, en este trabajo se abordan tres de los conceptos clave para el construccionismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos.



*Figura 8. Esquema general de la teoría del construccionismo de Papert.  
Fuente: Elaboración propia a partir de Saldarriaga et al. (2020).*

Papert desarrolló y acuñó el concepto de micromundo, como un modelo para realizar representaciones de una realidad inmediata sobre un tema, que será refinado o pulido por los alumnos, iniciando con un punto de partida que les permita crear sus propias "extensiones" (Papert, citado en Saldarriaga et al., 2020).

Además, para (Saldarriaga et al., 2020), los micromundos son:

Entidades públicas que utilizan para su construcción objetos para pensar, estos últimos no son más que artefactos cognitivos que proporcionan conexiones entre el

conocimiento sensorial (de la experiencia) y el conocimiento abstracto (reflexivo) entre el mundo individual y el mundo social (p.108).

Por su parte Sacristán, citado en (Saldarriaga et al., 2020), incorpora un matiz informático al término y señala como micromundos computacionales, aquellos ambientes que pueden ser definidos como conjuntos de herramientas computacionales abiertas para que el y la estudiante pueda explorar y construir ideas y conceptos a través de actividades de programación.

### **3.2 Articulación Teórica – Conceptual**

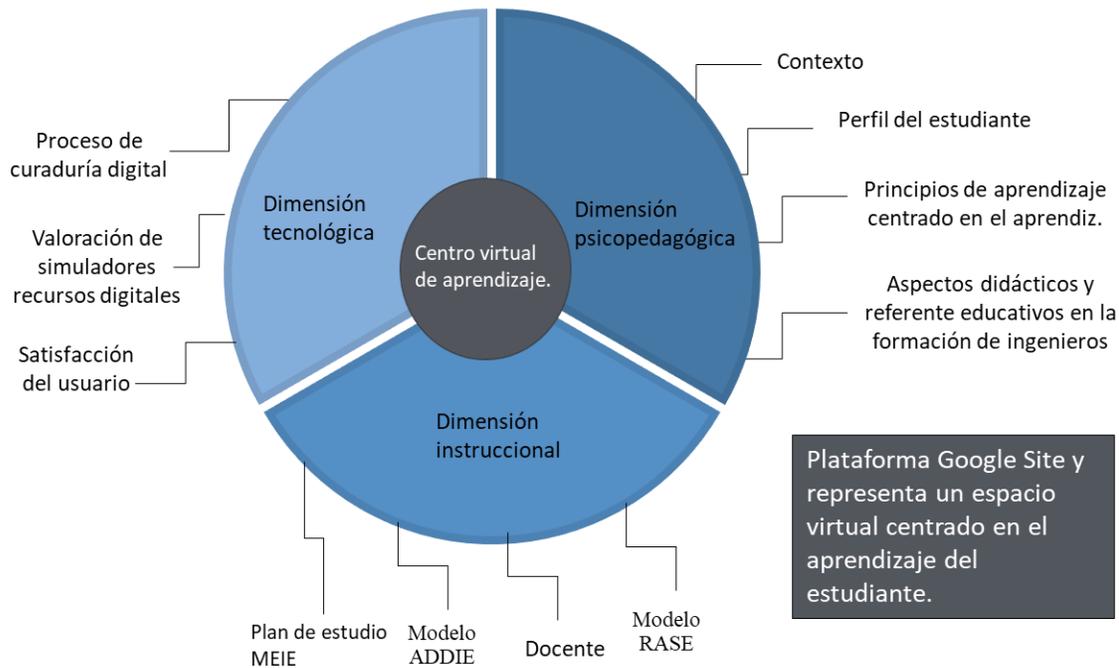
El proceso para definir el marco teórico conceptual se inició con la identificación de los objetivos de esta investigación. Estos objetivos sirven como punto de partida para establecer los conceptos fundamentales, que en este caso son: la estrategia tecnopedagógica y los simuladores en educación. El primer término principal, la estrategia tecnopedagógica, abarca tres dimensiones: la tecnológica, la pedagógica y las prácticas de uso. Por otro lado, el segundo término principal, los simuladores en educación, se enfoca específicamente en el ámbito de la electrónica y se clasifica en dos concepciones principales: la de enseñanza y la de aprendizaje. A continuación, se establece la conceptualización que integra los elementos del tema de investigación:

#### **3.2.1 Término principal 1. Estrategias tecnopedagógicas.**

Es un conjunto de métodos, técnicas y recursos que integran herramientas tecnológicas con enfoques pedagógicos que buscan aprovechar las ventajas de las tecnologías digitales para crear experiencias educativas más interactivas, significativas y adaptadas a las necesidades de los estudiantes. Según lo planteado, puede afirmarse que, se basa en tres dimensiones que se integran para su diseño:

- **Dimensión tecnológica**, se relaciona con el potencial de los recursos informáticos.
- **Dimensión psicopedagógica**, que se orienta hacia recursos de diseño instruccional en relación con las actividades para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación.
- **Prácticas de uso**, se orientan hacia la aplicación real de tecnologías de información en contextos específicos (Quijada & García, 2015).

Para fines de la investigación se realizó un ajuste a las definiciones que presentan los autores y como producto de los procesos de reflexión en el diseño y desarrollo de la estrategia tecnopedagógica para el área ingenieril se proponen las siguientes dimensiones: Dimensión tecnológica, psicopedagógica e instruccional, en la figura 9 se pueden observar los elementos que conforman cada una de ellas.



*Figura 9. Esquema de la estrategia tecnopedagógica.  
Fuente: Elaboración propia.*

Ahora bien, la investigación se enfoca en el área ingenieril específicamente en el ámbito de la Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica (MEIE), en el segundo y tercer semestre de ingeniería. Dentro de la estrategia se incorporan recursos digitales que fueron seleccionados a partir de un proceso de curaduría digital y además se incorpora un recurso tecnológico mediador de aprendizaje como lo es un simulador denominado Tinkercad, razón por la cual es necesario definir algunos conceptos referidos a los mismos.

### **3.2.2 Término principal 2. Simuladores en educación**

Son herramientas interactivas elaboradas en un determinado lenguaje de programación, que permite capacitar y entrenar a los aprendices en un entorno muy similar al real (Islas Torre, 2016). Tinkercad, es un simulador empleado desde una perspectiva educativa y de electrónica, es un software desarrollado por la compañía Autodesk, es gratuito, trabaja en línea y sólo se requiere un registro empleando una cuenta de correo personal. Permite el diseño para, posteriormente simular y comprobar si el circuito eléctrico o electrónico ha sido correctamente elaborado. Trabaja con placas de desarrollo, como Arduino, que son programadas para controlar prototipos con cierto grado de inteligencia.

En este contexto, al considerar los simuladores como micromundos, es importante recordar que estos desde su concepción fueron herramientas utilizadas a nivel de la industria con el objetivo de verificar la funcionalidad y viabilidad de circuitos electrónicos previo a la realización física. Ahora bien, desde una perspectiva educativa los simuladores permiten continuar con el aprendizaje aun cuando no se cuente con la disponibilidad de espacios de laboratorio (Corral et al., 2018). Los simuladores educativos más conocidos utilizados en electrónica son: LTspice, Tinkercad, Proteus

y Multisim. A continuación, en la tabla 6 se muestran definiciones de simuladores por diferentes autores.

*Tabla 6. Definiciones de simuladores por diferentes autores.*

<b>Autor/ año</b>	<b>Definiciones de simuladores en educación</b>
Díaz Pinzón, 2018	Son objetos de aprendizaje que, mediante un programa de software, intentan modelar parte de una réplica de los fenómenos de la realidad y su propósito es que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento.
Chaurasia, 2017	Son modelos computacionales de condiciones reales o teorizadas o fenómenos naturales que permiten a los usuarios descubrir las consecuencias de emplear o adaptar a las restricciones dentro de ellos.
Rutten et al., 2015	Son modelos que presentan una excelente oportunidad para llevar a cabo investigación, permitiendo a los estudiantes desarrollar su alfabetización científica.
Benjumea, 2016	Son estrategia para el aprendizaje donde se plantea la manera como se aplica la percepción visual, con lo cual elaboramos representaciones o modelos mentales para explicar el mundo físico que nos rodea.

*Fuente: Elaboración propia.*

Tomando en cuenta las perspectivas pedagógicas y tecnológicas que abonan a esta investigación se espera: (1) Que la integración de la disciplina que se enseña, con la pedagogía y la tecnología permitan constituir una estrategia tecnopedagógica en el área de ingeniería que incida en el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica. (2) Brindar una metodología de diseño educativo para el desarrollo e implementación de una estrategia tecnopedagógica, dirigida a estudiantes en el área de ingeniería, pensada como un espacio virtual autogestivo que incida en el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica, en atención a las dificultades de aprendizaje en términos de la diferenciación conceptual, que la literatura refiere, ocurren durante los primeros semestres.

## **Conclusiones del capítulo**

El marco teórico desarrollado en este estudio integra los elementos clave para sustentar la propuesta de una estrategia tecnopedagógica enfocada en el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica. A partir del planteamiento del problema, se identificó la necesidad de repensar las prácticas educativas ante desafíos derivados de la pandemia por COVID-19. Esto implicó la adaptación inmediata en los métodos de enseñanza y aprendizaje, incorporando estrategias tecnológicas que respondieran a las necesidades de los estudiantes de ingeniería, específicamente mediante el uso de simuladores como herramientas tecnológicas en educación, considerando la diferenciación conceptual como un aspecto clave en el aprendizaje de los estudiantes de MEIE.

De acuerdo con lo expuesto, fue necesario establecer un diseño metodológico alineado al objetivo del estudio, el cual presentó una estrategia tecnopedagógica integrada por tres dimensiones principales: pedagógica, tecnológica e instruccional. Par ello, se incorporaron tanto el modelo instruccional ADDIE como el modelo educativo RASE.

Asimismo, la teoría de los contenidos de aprendizaje proporcionó la clasificación de los contenidos de aprendizaje en categorías conceptuales, procedimentales y actitudinales. Además, se encontró sustento en la teoría del constructivismo y el construccionismo, la primera que reconoce el rol del estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje y el segundo que soporta la importancia de los micromundos computacionales como espacios donde los estudiantes pueden explorar, construir y aprender a través de la experiencia práctica y el descubrimiento. Este enfoque permite abordar el uso de los simuladores de circuitos electrónicos en educación desde dos perspectivas educativas: la del estudiante y la del docente.

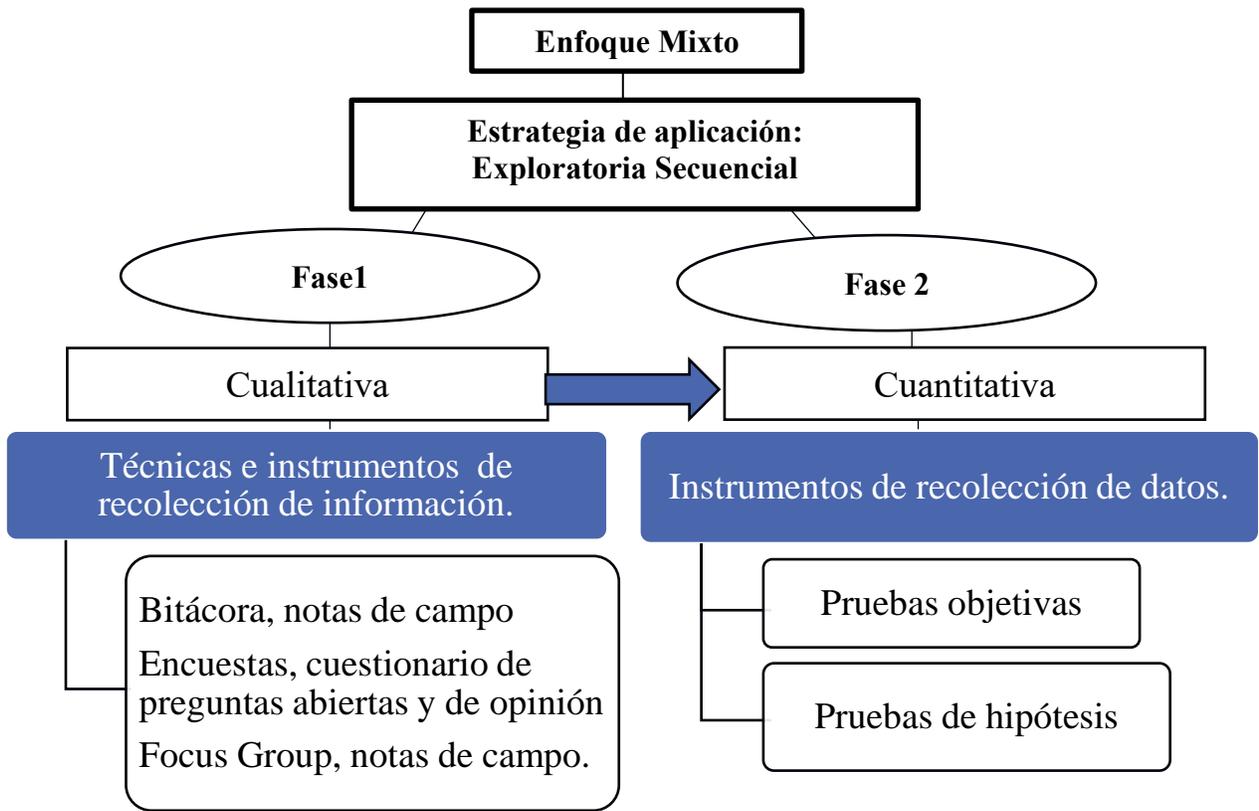
## **CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO**

### **4.1. Articulación del marco metodológico**

En cuanto a las suposiciones epistemológicas sobre la naturaleza de la realidad social, se ha afirmado que los hechos sólo son relevantes a través de sus significados e interpretaciones (Babbie, 2000). Por esta razón la investigación se abordó en un primer momento desde una perspectiva hermenéutica, la cual responde a un enfoque cualitativo dado que, en la primera fase del estudio se observó la realidad del escenario educativo del docente y el estudiante, donde el investigador participó como observador de esa realidad, considerando los hechos observables para ser interpretados.

Sin embargo, también se observó la realidad objetiva y ordenada lógicamente (Babbie, 2000), por lo que se recurrió a la estadística desde una perspectiva hipotético-deductiva, que dará respuesta al enfoque cuantitativo, buscando la verificación de hipótesis mediante procesos estadísticos y de esta forma evaluar la efectividad del diseño de la estrategia tecnopedagógica, todo esto con el propósito de utilizar los datos cuantitativos y resultados útiles para ayudar en la interpretación de los hallazgos cualitativos.

Por lo antes expuesto, se afirma que el enfoque metodológico que se siguió fue el estudio mixto, este tipo de enfoque está representado por un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández Sampieri et al, 2014).



*Figura 10. Articulación del marco metodológico.*

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.2. Diseño de investigación**

El diseño de este estudio por ser mixto se abordó desde una estrategia exploratoria secuencial (Creswell & Creswell, 2017). Para el proceso de indagación del fenómeno de estudio se contó con una primera fase de recopilación y análisis de datos, la cual es cualitativa en la que fue posible realizar análisis de documentos mediante bases de datos. Posteriormente una observación participante a través de la que se obtuvo información a partir de la participación directa en las actividades de la asignatura, luego la observación no participante donde el papel del investigador fue de observador externo, realizando entrevistas abiertas, notas de campo, cuestionarios de

preguntas abiertas y de opinión. Toda esta recolección considerando un muestreo intencional donde los individuos fueron seleccionados porque experimentaban el fenómeno central, en este caso el empleo de simuladores en el área de electrónica. En seguida se procedió a una segunda fase de recopilación y análisis de datos cuantitativos, en la que fue posible la elaboración, validación y aplicación de cuestionarios diversos (dirigidos a alumnos, profesores, expertos), pruebas de conocimiento y se aplicó la estadística inferencial con el propósito de hacer estudios de comprobación de hipótesis. Todo esto con el objetivo de utilizar los datos cuantitativos y resultados útiles para ayudar en la interpretación de los hallazgos cualitativos (Babbie, 2000).

### **4.3 Escenario**

En este trabajo la población la constituyen los y las estudiantes de la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación Electrónica (MEIE) de la Ingeniería en Energías Renovables (IER), Ingeniería en sistemas automotrices (ISA) y Licenciatura en Ciencias de la Electrónica (LCE) de la Facultad de Ciencias de la Electrónica de una universidad pública de Puebla, periodo académico comprendido entre los años 2020-2023 considerando que “la población es el conjunto de unidades de estudio que forman parte del contexto donde se quiere investigar el evento, los cuales comparten características comunes llamadas también criterios de inclusión” (Hurtado de Barrera, 2010, p. 268).

### **4.4 Muestreo**

La selección de la muestra se realizó mediante una técnica de muestreo no probabilístico intencional, puesto que los grupos se encuentran ya establecidos por secciones (ver figura 11), y se tomó el criterio de grupos conformados. Al respecto, Hurtado de Barrera (2010), argumenta: “la

muestra se escoge en términos de criterios establecidos por el investigador que de alguna manera sugiere que ciertas unidades son convenientes para acceder a la información que se requiere” (p.p 210). En este caso, los participantes son los y las estudiantes cursantes de la asignatura de MEIE quienes se encuentran ya establecidos por secciones. Se tomó el criterio de muestras homogéneas: al contrario de las muestras diversas, en las muestras homogéneas las unidades que se van a seleccionar poseen un mismo perfil o características, o bien comparten rasgos similares. Su propósito es centrarse en el tema por investigar o resaltar situaciones, procesos o episodios en un grupo social (Hernández Sampieri et al., 2014). Entre las características de inclusión se consideró el perfil académico de los estudiantes, atendiendo a los siguientes aspectos: 1.- Que sean estudiantes del tercer semestre de la carrera, 2- Que estén cursando por primera vez la asignatura. 3.- Periodo académico comprendido entre los años 2020-2023

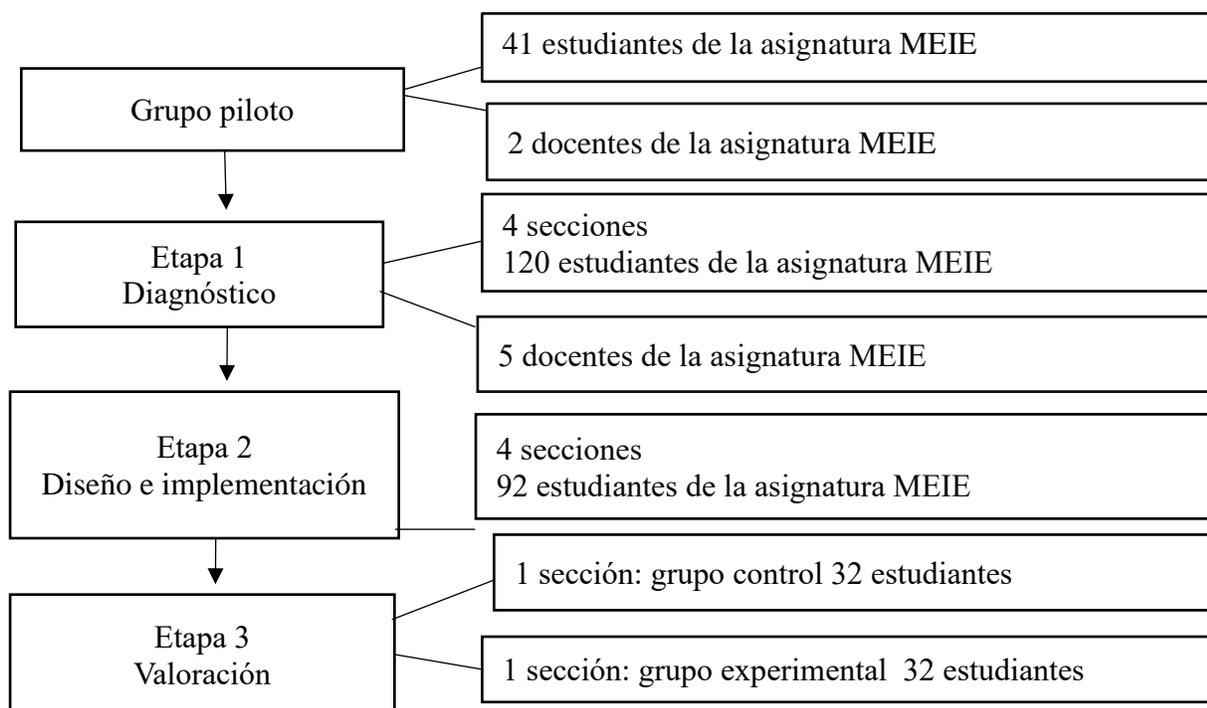


Figura 11. Esquema general del número de participantes en las diferentes etapas.  
Fuente: Elaboración propia.

## 4.5 Trabajo de campo

### Etapa 1. Diagnóstica

Se realizó la primera inmersión al campo con propósitos exploratorios para ello se aplicaron dos instrumentos de diagnóstico: el Cuestionario 1 (ver Apéndice G) para conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica y por último el Cuestionario 2 (ver Apéndice H) para indagar acerca de la intervención pedagógica y tecnológica, empleada en el proceso de enseñanza de electrónica en la asignatura MEIE. Una vez obtenidos estos hallazgos del diagnóstico se realizó una matriz de análisis de necesidades atendiendo al modelo ADDIE.

Esta matriz según (Morrison et al 2006 citado en Brown et al., 2016) permite: identificar las necesidades relevantes para un trabajo o tarea en particular, es decir, qué problemas están afectando, identificar las necesidades críticas y establecer prioridades para seleccionar una intervención. Las necesidades críticas incluyen aquellas que tienen un impacto, afecta o interrumpe el entorno laboral o educativo. Para una visualización general de los aspectos operativos considerados en esta etapa se presentan en la figura 12.

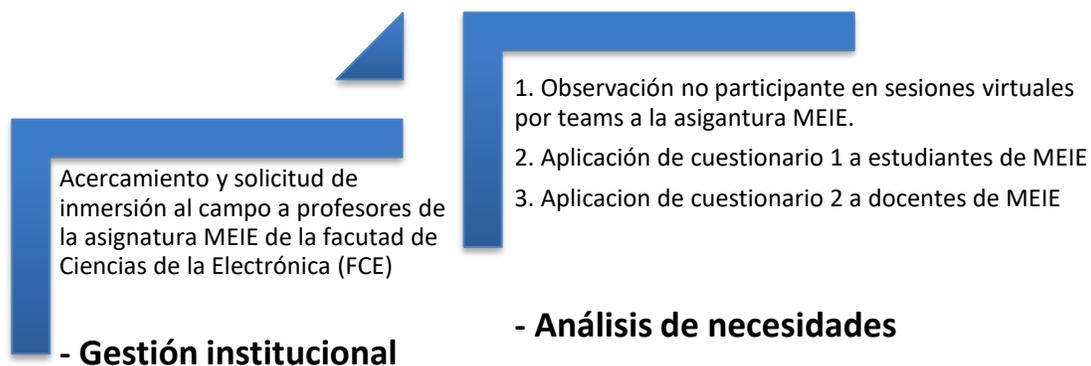


Figura 12. Aspectos operativos considerados para la etapa 1 del trabajo de campo.

Fuente: Elaboración propia.

## **Etapa 2. Implementación y valoración de la estrategia tecnopedagógica**

En esta etapa se realizó la presentación de la estrategia a los y las docentes y estudiantes de la asignatura, resaltando los aspectos éticos de la investigación, así como el plan de aplicación y monitoreo del centro de aprendizaje web como estrategia tecnopedagógica cuyo objetivo, derivado del análisis de necesidades, es brindar al estudiante de MEIE un espacio autogestivo para el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica mediado por un simulador de circuitos electrónicos. Una vez realizada la implementación de la estrategia se llevó a cabo un proceso de valoración mediante la aplicación de un Focus Group para revisar aspectos como: (1) accesibilidad, (2) contenidos de la asignatura y (3) calidad del ambiente virtual. Finalmente, se aplicó una prueba objetiva para comparar los resultados obtenidos por el grupo control y el grupo experimental después de la implementación de la estrategia tecnopedagógica. Los aspectos operativos para esta etapa se presentan en la figura 13.



*Figura 13. Aspectos operativos para la implementación de la estrategia tecnopedagógica.*

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.6 Variables y constructos de la investigación.**

A continuación, se presenta la identificación de las variables y los constructos, debido a que se trabaja con una investigación de enfoque mixto. Se presentan brevemente algunas definiciones de acuerdo con algunos autores metodológicos sobre:

**Variable:** de acuerdo con Arias (citado en Gallardo Echenique & Calderon Sedano, 2017) una variable es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación. Las variables presentan dos características fundamentales: (a) ser observables de algo, y (b) ser susceptibles de cambio y variación con relación al mismo o diferentes objetos.

##### **Tipos de variables**

- *Independientes.* Se presentan como elementos, fenómenos o situaciones que explican, condicionan o determinan la presencia de otros elementos de estudio.
- *Dependientes.* Pueden identificarse como los elementos, fenómenos o situaciones que son explicadas en función de otros elementos.
- *Intervinientes.* Son los elementos o factores que pueden presentarse en la relación de la variable independiente y la variable dependiente, es decir, influye en la aparición de otros elementos, pero de una manera indirecta (Abreu, 2012).

**Constructo:** respecto al constructo, Gras (citado en Abreu, 2012) explica que la mejor manera en que la investigación identifica a su objeto de estudio es por medio del concepto, un intento de abstracción realizado sobre algún aspecto o rasgo que presentan las cosas bajo

observación. El mencionado autor se refiere al constructo como un concepto formulado en forma deliberada con objetivos científicos, que tiene dos características: a) se vincula con otros constructos (aspecto relacional), y b) es sujeto de observación y medición (aspecto reductivo). Ahora bien, lo que se expone en la tabla 7 se fundamenta concretamente en las dos preguntas de esta investigación que se derivan del planteamiento del problema.

*Tabla 7. Identificación y justificación de variables y constructos de la investigación.*

	<b>Identificación de constructos</b>	<b>de</b>	<b>Justificación de la identificación de constructos</b>
<b>Fase cualitativa</b>	<b>Constructo principal</b>		Para la identificación del constructo se consideraron los supuestos iniciales del estudio.
	La estrategia tecnopedagógica mediada por tecnología genera un cambio en el aprendizaje de conceptos de electrónica.		(1) Los simuladores para circuitos electrónicos como parte de una estrategia tecnopedagógica inciden en el desempeño académico de los y las estudiantes en conceptos de electrónica.  (2) La integración de la disciplina que se enseña, con la pedagogía y con la tecnología ayudan a constituir una estrategia tecnopedagógica en el área de ingeniería que incide en el desempeño académico de los y las estudiantes en conceptos de electrónica.
<b>Fase cuantitativa</b>	<b>Identificación de variables</b>		<b>Justificación de la identificación de variables</b>
	Variable independiente (X) <i>Estrategia tecnopedagógica</i>		Se justifica de acuerdo con lo establecido por (Tamayo, 2003, citado en Gallardo, 2017). “las variables se desprenden de las hipótesis y su operacionalización permite prueba, para lo cual se apoya en procesos estadísticos” (p.50).
	Variable dependiente (Y) <i>Aprendizaje de conceptos básicos de electrónica.</i>		Hipótesis: El diseño de una estrategia tecnopedagógica mejora el desempeño académico en contenidos conceptuales básicos de electrónica en estudiantes de ingeniería.

*Fuente: Elaboración propia.*

## 4.7 Técnicas e instrumentos

Teniendo en cuenta el enfoque mixto del estudio, la recolección de datos se realizó tanto para una fase cualitativa como para una cuantitativa.

1. Para recolectar los datos en la fase cualitativa se emplearon dos cuestionarios de preguntas abiertas y de opinión para fines exploratorios, dirigidos uno a docentes y otro a estudiantes. Además, se realizó un Focus Group y se realizaron los registros a partir de notas de campo.
2. Para la fase cuantitativa se aplicó específicamente en la etapa del diseño de la estrategia tecnopedagógica una rúbrica de curaduría digital, con el fin de valorar los recursos educativos digitales que se incluyeron en la estrategia tecnopedagógica. Además, se aplicó el cuestionario Computer System Usability Questionnaire CSUQ para medir la satisfacción del usuario en la segunda etapa de la implementación de la estrategia tecnopedagógica.
3. Finalmente, se realizó una prueba objetiva con el propósito de comparar estrategias tradicionales de aprendizaje en el laboratorio de electrónica y las realizadas mediante procesos de simulación, implementando la estrategia tecnopedagógica diseñada durante el estudio, donde se esperaba que los promedios de las calificaciones del grupo de prueba fueran mayores respecto a las del grupo control (H1: MC < ME). En Tabla 8 se muestran los instrumentos empleados en la investigación.

Tabla 8. Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos aplicadas por etapas.

Etapa	Técnica y/o Instrumento	Propósito	Dimensiones
<b>Diagnóstico Objetivo 1 y 2</b>	Cuestionario 1	Conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica.	Pedagógica Tecnológica
	Cuestionario 2	Identificar la intervención pedagógica y tecnológica empleada en el proceso de enseñanza de electrónica.	Gestión del aprendizaje Práctica de uso del recurso tecnológico.

<b>Diseño Objetivo 3</b>	Rúbrica de curaduría digital. Criterios para curaduría de recursos educativos.	Valorar los recursos educativos digitales que se incluirán en la estrategia tecnopedagógica.	Criterios para curaduría de texto. Criterios para curaduría audiovisuales.
	Computer System Usability Questionnaire CSUQ (Hedlefs et al., 2015)	Medir la satisfacción del usuario en la segunda etapa de la implementación de la estrategia tecnopedagógica a través del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ	Calidad del Sistema. Calidad de la información. Calidad de la interfaz.
<b>Valoración Objetivo 4 y 5</b>	Focus group Registro en notas de campo, Bitácora.	Valoración de la estrategia tecnopedagógica desde la perspectiva del estudiante.	Enfoque pedagógico Calidad del ambiente virtual y selección de los recursos digitales.
	Prueba objetiva	Comparar los resultados de las medias de las calificaciones obtenidas por el grupo control y el grupo experimental.	Conceptual

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 9. Información general de la aplicación de cada instrumento.*

<b>Instrumento y/o técnica</b>	<b>Sujeto</b>	<b>Fase</b>	<b>Tiempo de aplicación (min)</b>
Cuestionario 1	Alumnos	Inicio	20
Cuestionario 2	Docentes	Inicio	20
Rúbrica de curaduría digital.	Jueces Expertos	Desarrollo	60
Cuestionario CSUQ	Alumnos	Al final	15
Notas de campo, Bitácora / Focus group	Alumnos	Al final	60
Prueba objetiva	Alumnos	Al final	45

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.8 Validación y confiabilidad de los instrumentos**

De acuerdo con Hurtado de Barrera (2010), la validez se determina con la finalidad de que el instrumento mida el conocimiento requerido, por tal razón es conveniente precisar los contenidos

a medir. La validez está en relación directa con la capacidad del instrumento para captar de manera selectiva las manifestaciones del evento de estudio.

#### **4.8.1 Descripción del proceso de validación**

La técnica empleada en el proceso de validación para los instrumentos de recolección de datos de esta investigación (bitácora, cuestionario 1, cuestionario 2 y prueba objetiva) fue el juicio de expertos, este es un procedimiento que nace de la necesidad de estimar la validez de contenido de una prueba. Para realizarlo se debe recabar información de manera sistemática. A continuación, se proponen una serie de pasos que permiten organizar la información, de manera que el proceso de juicio de expertos sea más eficiente (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

*1. Definir el objetivo del juicio de expertos.* Durante esta fase, es importante que los investigadores tengan en claro el propósito del juicio. En este estudio, el objetivo del juicio fue validar el contenido de los instrumentos creados (bitácora, cuestionario 1, cuestionario 2 y prueba objetiva) para recopilar datos relevantes y confiables, asegurando así la calidad y pertinencia de la información obtenida para los fines de la investigación.

*2. Selección de los jueces.* Se tomaron en cuenta criterios específicos, considerando la preparación académica y la trayectoria de los jueces. Se seleccionaron siete expertos en el área educativa, metodológica, tecnológica, lingüística y de electrónica, con más de diez años de experiencia en investigación, quienes revisaron la redacción, coherencia, lógica y secuencia de los ítems.

*3. Explicitar tanto las dimensiones como los indicadores que está midiendo cada uno de los ítems de la prueba.* Esto es permitir al juez evaluar la importancia, adecuación y pertinencia de cada uno de los ítems.

4. *Especificar el objetivo de la prueba.* Se brindó a los jueces la información pertinente sobre el manejo del instrumento, es decir, se le indicó que estaba dirigido al área ingenieril, específicamente a los primeros semestres de una asignatura introductoria: Metrología Eléctrica e Instrumentación Electrónica (MEIE) la cual se ofrece en la Facultad de Ciencias de la Electrónica de una Universidad Autónoma y Pública en el estado de Puebla- México, con la finalidad de aumentar la contextualización del juez.

5. *Diseño de planillas.* La hoja de evaluación fue creada en función de los objetivos de la evaluación y también incluyó los indicadores necesarios para valorar el instrumento.

6. *Calcular la concordancia entre jueces.* Se empleó un análisis estadístico con el fin de evaluar la confiabilidad por medio de una evaluación de expertos (Aiken, 2003, citado en Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008) Si se obtiene una medida alta, esto indica que existe un consenso entre los evaluadores en cuanto al proceso de asignación de puntajes (Ato et al., 2006, citado en Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

#### **4.8.2. Justificación de la validación de los instrumentos**

##### **A. Justificación de la selección de expertos**

Una parte crítica en el proceso de validación es la identificación de las personas que formarán parte del juicio de expertos por lo que Skjong y Wentworht (citado en Marín et al., 2018) proponen los siguientes criterios de selección: (a) Experiencia en la realización de juicios y toma de decisiones basada en evidencia (grados, investigaciones, publicaciones, posición, experiencia), (b) reputación en la comunidad, (c) disponibilidad y motivación para participar, y (d) imparcialidad y cualidades inherentes como confianza en sí mismo y adaptabilidad.

Por lo tanto, para fines del estudio en la selección de los especialistas se tomaron en cuenta las experticias comunes vinculadas con la temática de la investigación, y así puedan evaluar la adecuación del contenido de los instrumentos, los cuales se emplearán en el proceso de recolección de información. Para la validación de cada instrumento, y considerando la disponibilidad de los jueces, se seleccionaron cinco expertos en el área educativa, metodológica, tecnológica, lingüística y de electrónica, con más de 10 años de experiencia en investigación, quienes revisaron la redacción, coherencia, lógica y secuencia de los ítems. En este sentido, las observaciones realizadas por los jueces fueron consideradas para la elaboración de la versión final del instrumento.

En cuanto a la modalidad de aplicación de la guía de validación, se realizó la invitación a cada validador de participar en la valoración del instrumento por correo electrónico, debido a la separación física entre el investigador y los expertos se consideró enviar un formulario en línea por “Google forms” y correo electrónico en el que se integró el instrumento a valorar (ver apéndices F,G,H,K) y la carta de presentación con los instrumentos de validación (ver apéndices C, D y E), el envío se realizó a cada experto solicitándole la devolución de sus valoraciones por el mismo medio.

### **B. Justificación del número de expertos**

El número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento; sin embargo, la decisión sobre qué cantidad de expertos es la adecuada varía entre autores. Así, mientras (Gable y Wolf, 1993, Grant y Davis, 1997, y Lynn, 1986 citados en McGartland et al., 2003) sugieren un rango de dos hasta 20 expertos, (Hyrkas et al., 2003) manifiestan que diez brindarían una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento. Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem este

puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

*Tabla 10. Panel de jueces expertos.*

<b>Código de identificación de los expertos</b>	<b>Áreas de experiencia</b>	<b>Nro. de expertos por áreas</b>
EAMM00	Tecnológica	1
YIGC01	Psicológica Educativa	1
MAFF02 / SGOO03	Metodológica	2
CRPP04 / VCGG05 / IVCC06	Electrónica	3
LELL07 / FJNJ09	Física	2
HNCL10 / MGJJ11	Mecatrónica	2

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.9 Recomendaciones y observaciones de expertos a los instrumentos**

A continuación, se presentan las recomendaciones de los expertos para los instrumentos elaborados. Las recomendaciones de cada experto a cada instrumento se presentan en tres partes, la parte I corresponde al formato de bitácora, las partes II y III están relacionadas a los cuestionarios 1 y 2 dirigidos a estudiantes y a docentes respectivamente.

##### **4.9.1 Formato de la Bitácora**

Se contó con la validación de dos expertos, la ubicación de las sugerencias y la descripción de estas, se muestran en la siguiente tabla.

*Tabla 11. Sugerencias generales de los expertos. Bitácora.*

<b>Ubicación de las sugerencias</b>	<b>Descripción de sugerencia</b>
Reglas gramaticales en carta de presentación, formato de bitácora, tabla de operacionalización.	Después de los dos puntos iniciar con mayúscula.

---

<p>Formato de bitácora.          En perspectiva 1: Intervención pedagógica empleada en el proceso de aprendizaje.          Específicamente en aspectos observables:          Contenidos de aprendizajes procedimentales</p>	<p>Considerar este aspecto observable dentro de un marco de metacognición y no tanto de aspecto procedimental.</p>
<p>Formato de bitácora.          En perspectiva 2: Recurso tecnológico implementado en la asignatura          Aspecto observable 3. Dimensión          Modificación de los procesos metacognitivos.</p>	<p>¿Qué elementos pueden observarse que deriven en la asociación con el proceso metacognitivo?,          ¿Alguno en particular?</p>
<p>Formato de bitácora.          En perspectiva 2: Recurso tecnológico implementado en la asignatura          Aspecto observable 3. Dimensiones: Desarrollo del pensamiento científico y Desarrollo del pensamiento crítico.</p>	<p>Verificar la relación entre las dimensiones:          Desarrollo del pensamiento científico y Desarrollo del pensamiento crítico. Describir para cada dimensión elementos observables derivados.</p>
<p>En la tabla de operacionalización. Indicador:          Desarrollo del pensamiento crítico.</p>	<p>¿Cómo se medirá esto?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita ser más puntual en lo que vas a entender como indicadores.</li> <li>• Describir a qué se refiere cada indicador, ampliar la descripción que se tiene.</li> </ul>
<p>En tabla de operacionalización.          Columna de indicadores.</p>	<p>No es claro si deseas observar al docente o al estudiante, al principio creí que era al estudiante.</p>
<p><b>Observación general:</b> incorporar información sobre qué escala de medición se empleará.</p>	

---

*Fuente: Elaboración propia.*

### **Justificación de los cambios realizados a la bitácora**

Los cambios sugeridos se tomaron en consideración, solo aclarar que como se trata de un instrumento que recaba información con un enfoque cualitativo no se pretenden “medir” los aspectos observables, lo que se pretende es identificar y describir dichos aspectos que nutran el análisis.

A continuación, para una visualización general de los cambios sugeridos por los expertos se muestra la figura 14.

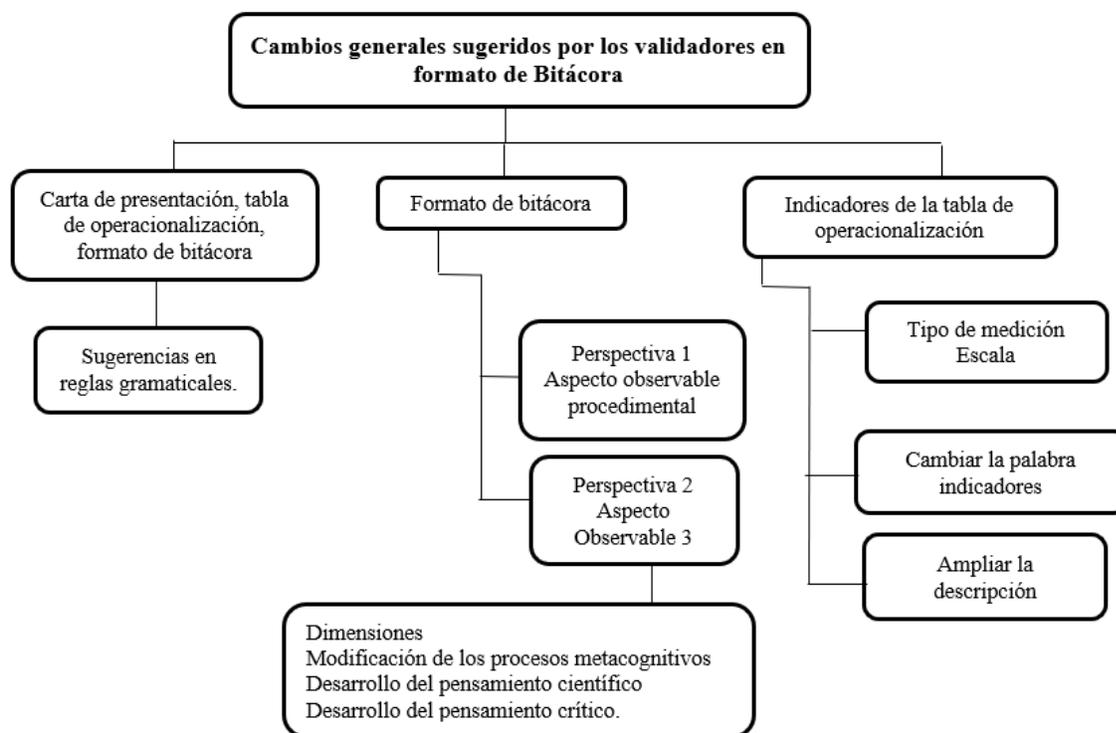


Figura 14. Resumen de cambios sugeridos por los expertos en el formato de la bitácora.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.2 Cuestionario dirigido a los y las docentes

Las generalidades de los comentarios para el cuestionario por parte de los evaluadores expertos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12. Sugerencias generales de los expertos.

Ubicación de las sugerencias	Descripción de sugerencia
Reglas gramaticales en carta de presentación.	Después de los dos puntos iniciar con mayúscula.
En la sección de observación de la carta de presentación.	Cambio de palabras: direccionadas por dirigidas, usabilidad por posibilidad de ser usada o utilidad. ¿Por qué se habla de ‘dificultades de aprendizaje’? Pareciera que toda la carga va sobre los estudiantes, esto es, con este elemento en la pregunta se asume una perspectiva unidireccional del aprendizaje, una perspectiva donde la responsabilidad del éxito o fracaso escolar es una
Preguntas 2, 3 y 4.	

	responsabilidad individual y no un proceso donde intervienen diversos actores y factores.
Pregunta 6	Aclarar para los entrevistados lo referente a necesidades pedagógicas
Tabla de Operacionalización	Incluir en el primer indicador el aspecto de la enseñanza
Preguntas: 2, 3, 4 y 5.	<p><b>Cambios en el uso del lenguaje.</b> Considerar los contenidos que generan mayor complejidad en el aprendizaje.</p> <p><b>Cambios en la estructura para facilitar la comprensión.</b> Cambiar por: P12. ¿Cuáles son los elementos gráficos que usted considera ayudan en el proceso de aprendizaje? P13. ¿Cuáles elementos empleados en el software de simulación permiten generar escenarios realistas? P14. ¿Cuáles aspectos de este software de simulación le permite al estudiante la corrección de errores cometidos en los ejercicios? P15. ¿Qué características del software de simulación le permiten al estudiante un aprovechamiento eficiente de la retroalimentación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje? P16. ¿Cuáles son las limitaciones del software de simulación que utiliza desde la perspectiva de la enseñanza? P17. ¿Cuáles tipos de contenido no pueden ser abordados con el software de simulación?</p>
Preguntas: 12,13,14,15,16,17	
En tabla de operacionalización En la columna de los indicadores correspondiente a la dimensión: Gestión del aprendizaje.	<b>Indicadores complementarios</b> Agregar dos indicadores que hagan referencia a los contenidos y a las vías de solución o promoción del aprendizaje.
En el formato de validación Aspecto específico 2 y 6 (AE2 y AE6)	<b>Cambios en el uso del lenguaje.</b> AE2.Cambiar la palabra mide por recaba AE6.Cambiar la palabra ítem por pregunta
<b>Observaciones generales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El instrumento no contiene instrucciones para responder.</li> <li>○ Las preguntas sí permiten el logro relacionado con el propósito de la encuesta.</li> <li>○ Los ítems sí están presentados de una forma lógica y secuenciada.</li> <li>○ No sugiere alguna dimensión que sea de aporte al instrumento.</li> <li>○ Atender a las sugerencias realizadas en cada pregunta.</li> <li>○ Considerar el proceso de enseñanza-aprendizaje como un todo y no sólo como una cuestión unidireccional donde los alumnos y las alumnas son quienes tienen la responsabilidad o dificultades.</li> </ul>	

*Fuente: Elaboración propia.*

## Justificación de los cambios realizados al cuestionario dirigido a los y las docentes

La mayoría de los cambios se realizaron. Ahora bien, en respuesta a la observación de la desvinculación del proceso enseñanza- aprendizaje en algunos ítems, los mismos se corrigieron. Es importante resaltar que la encuesta está dirigida a los docentes, por lo que el instrumento busca información relevante desde la perspectiva del docente sobre la intervención pedagógica y tecnológica empleada en el proceso de enseñanza de electrónica que permita un alcance diagnóstico para el análisis de necesidades. En cuanto al preámbulo que se debe atender para introducir al encuestado, no se colocó en el formato del instrumento, se atenderá al momento de la aplicación, de acuerdo con las pautas enviadas por el juez en el documento guía. A continuación, para una visualización general de los cambios sugeridos por los expertos se muestra la figura 15.

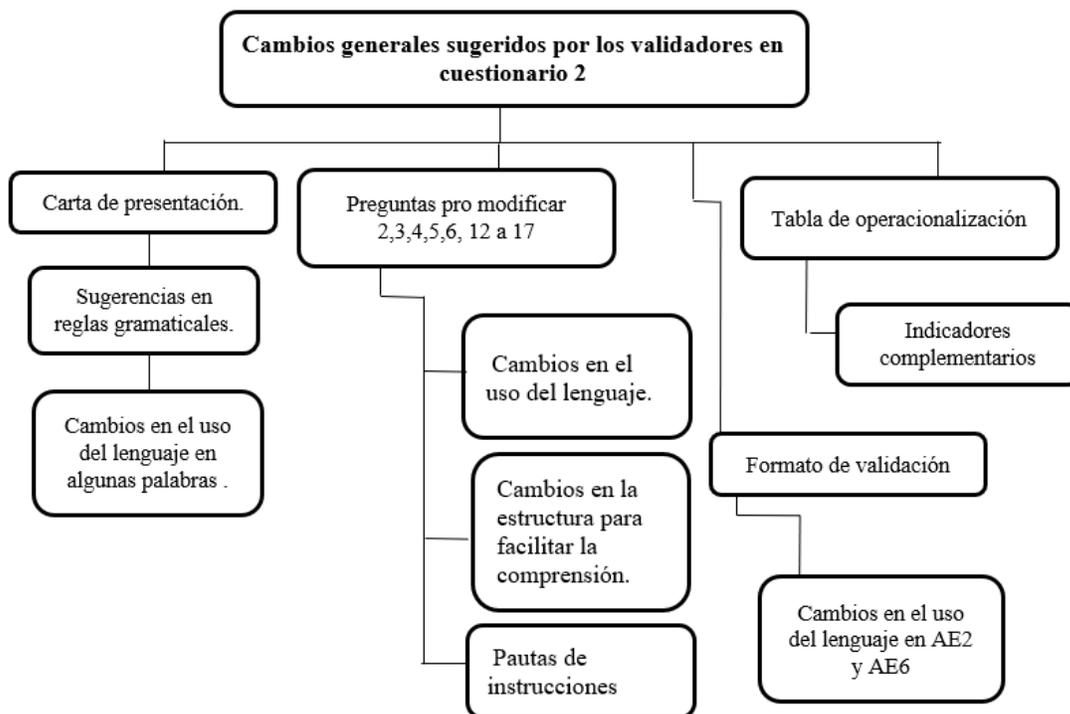


Figura 15. Resumen general de cambios sugeridos por los expertos en el cuestionario.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.9.3 Cuestionario exploratorio dirigido a los y las estudiantes

Se cuenta con la validación de los expertos, la ubicación de las sugerencias y la descripción de estas se muestran la siguiente tabla.

*Tabla 13. Sugerencias generales de los expertos para el cuestionario.*

Ubicación de las sugerencias	Descripción de sugerencia
Ítem 1	Se pierde el sentido en esta parte de la oración: "...es decir, que el sujeto puede verbalizar, conducen a principios o conceptos"... Más que construcción de circuitos se debe referir a montaje de circuitos, armado de circuitos o análisis de circuitos. ¿Cuáles son las ventajas de emplear un simulador de circuitos eléctricos?
Ítem 2	Hay muchas ventajas de emplear un simulador de circuitos electrónicos y depende del área de interés o materia que imparte cada catedrático, entonces se podría cambiar a mencione x ventaja (s) de emplear un simulador de circuitos electrónicos, dónde x es un número real.
Ítem 3	Podría cambiar la pregunta por: Considera interesante el armar por usted un circuito de forma virtual
Ítem 4	Existen muchos simuladores, entonces podría limitar a simulador eléctrico.
Ítem 5	Podría cambiarse a: Considera que el emplear un simulador eléctrico ayuda a comprender mejor el contenido temático de la asignatura.
Ítem 6	Corresponde a dimensión pedagógica. Puede ser redundante con la pregunta anterior. Se considera como dimensión pedagógica.
Ítem 7	Podría cambiar a: El uso de un simulador para implementar circuitos eléctricos te permite desarrollar actividades cooperativas a pesar del distanciamiento social. Corresponde a dimensión pedagógica.
Ítem 8	Consideras que el uso de un simulador... Corresponde a dimensión tecnológica.
Ítem 9	Corresponde a dimensión tecnológica.
Ítem 10	Consideras que el uso de un simulador puede sustituir la implementación de prácticas de laboratorio. Corresponde a dimensión tecnológica.

#### **Observaciones generales:**

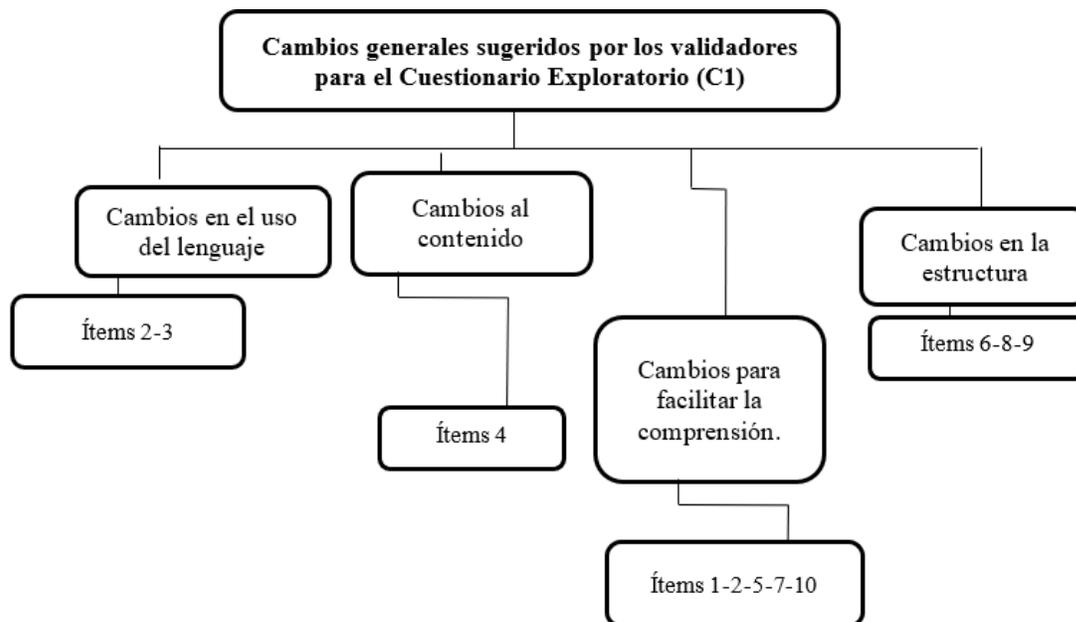
- Los ítems logran el objetivo, sin embargo, debido a situación actual no se puede realizar un estudio comparativo entre la simulación y las prácticas de laboratorio debido a que no se tiene acceso a la práctica real., además es su primera experiencia considerando contingencia.
- Como considera que el simulador le ayudará en el futuro.
- Se puede agregar algún ítem sobre la dificultad del uso del simulador.
- Algo interesante en las encuestas es incluir preguntas con opciones preestablecidas donde el usuario solo marca la opción más conveniente. Muchas veces al ser solo preguntas abiertas los alumnos y las alumnas prefieren evitar contestar.

- Preguntar al inicio el nombre del simulador antes de hacer más preguntas.
- Se puede agregar algún ítem sobre la dificultad del uso del simulador.

*Fuente: Elaboración propia.*

### **Justificación de los cambios realizados al cuestionario exploratorio dirigido a los estudiantes**

Las observaciones fueron atendidas, las mismas han sido alcanzables, sin embargo, la observación que se refiere a: *incluir preguntas con opciones preestablecidas donde el usuario solo marca la opción más conveniente*, se indica que, por el enfoque del estudio en esta fase cualitativa de preferencia se seguirán estableciendo las preguntas abiertas. Se presenta en la figura 16 una visualización general de los cambios sugeridos por los expertos.



*Figura 16. Resumen general de cambios sugeridos por los expertos en el C1.*

*Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se presenta la valoración de los expertos para cada reactivo, comparando el contenido del ítem con la dimensión abordada. Los aspectos específicos de valoración fueron los siguientes;

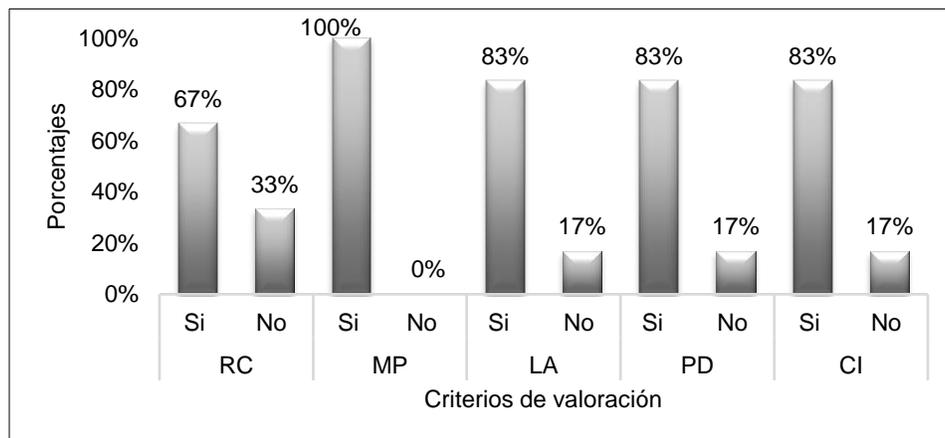
- La redacción del ítem es clara (RC)
- El ítem mide lo que pretende (MP)
- El ítem tiene un lenguaje adecuado (LA)
- El ítem pertenece a la dimensión (PD)
- El ítem presenta coherencia con el indicador (CI)

Una vez que se obtuvieron las respuestas por parte de los jueces, se procedió a presentar los resultados por porcentajes de respuestas, para ello se realizó una clasificación de los ítems que presentaban iguales porcentajes y de esta manera interpretar los resultados de manera general de acuerdo con los aspectos específicos de valoración (RC, MP, LA, PD, CI).

*Tabla 14. Indicadores y dimensiones para los ítems 1 y 5.*

Ítem	Dimensión	Indicador
1. ¿Fue de tu agrado emplear un simulador para la construcción de los circuitos? ¿Por qué?	Actitudinal	Curiosidad y motivación ante la implementación del recurso.
5. ¿Al emplear el simulador comprendiste el contenido de la materia?	Pedagógica	Aprendizajes adquiridos con el empleo del simulador.

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 17. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para los ítems 1 y 5.*

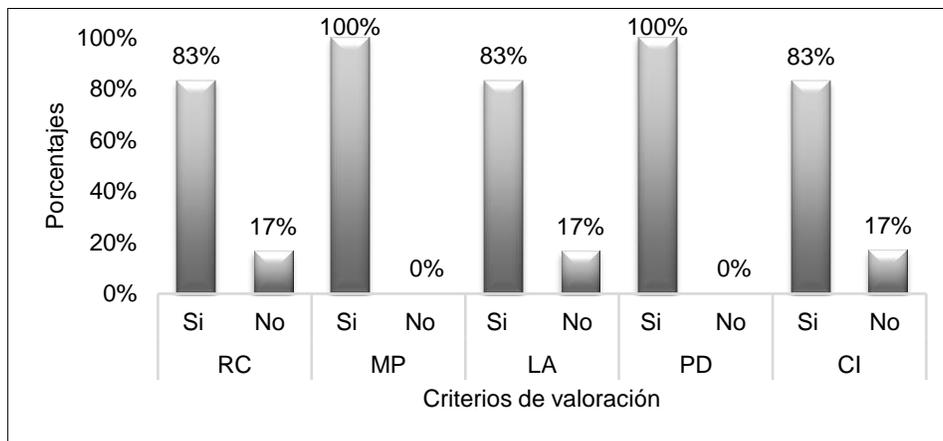
*Fuente: Elaboración propia.*

*Interpretación:* El criterio MP: *el ítem mide lo que pretende* presenta el 100% de acuerdos entre los jueces mientras que el criterio RC: *la redacción del ítem es clara* sólo el 67% de los jueces respondió que sí. Por lo tanto, en el ítem 1 se cambió la palabra “montaje” por “construcción” y para el ítem 5 se sustituyó la frase “pudiste entender mejor” por “comprendiste”. En este sentido, se realizaron cambios para facilitar la comprensión del ítem1 y 5. Los criterios LA, PD, y CI tienen un alto porcentaje de aprobación (83%) pero presentan una minoría que no está completamente satisfecha (17%).

*Tabla 15. Indicadores y dimensiones para el ítem 2.*

Ítem	Dimensión	Indicador
2. ¿Cuáles son las ventajas de emplear un simulador de circuitos electrónicos?	Actitudinal	Adaptación y satisfacción académica.

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 18. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 2.*

*Fuente: Elaboración propia.*

*Interpretación:* Los criterios MP: *el ítem mide lo que pretende* y PD: *el ítem pertenece a la dimensión* presentan el 100% de acuerdos entre los jueces, mientras que, los demás criterios

presentan el 83%. Por esta razón se realizaron cambios para facilitar la comprensión del ítem 2. El cambio fue de “mencione 2 ventajas de emplear un simulador de circuitos” a “cuáles son las ventajas de emplear un simulador de circuitos electrónicos”. Esto con la finalidad de no limitar al estudiante en las respuestas.

Tabla 16. Indicadores y dimensiones para los ítems 3,4,6,8 y 9.

Ítem	Dimensión	Indicador
3. ¿Consideras interesante el armar por ti mismo el circuito de forma virtual? ¿Por qué?	Actitudinal	Curiosidad y motivación ante la implementación del recurso.
4: ¿Ha empleado alguna vez algún simulador de circuitos eléctricos? ¿Cuál/es?	Actitudinal	Experiencia innovadora e interactiva
6. ¿Consideras que el empleo del simulador es una alternativa para complementar el desarrollo de las clases de electrónica? ¿Por qué?	Pedagógica	Aprendizajes adquiridos con el empleo del simulador.
8. ¿Consideras que el simulador te permitió establecer un análisis de los circuitos acercándote al mundo real? ¿Por qué?	Tecnológica	Entrenamiento a un entorno similar al real.

Fuente: Elaboración propia.

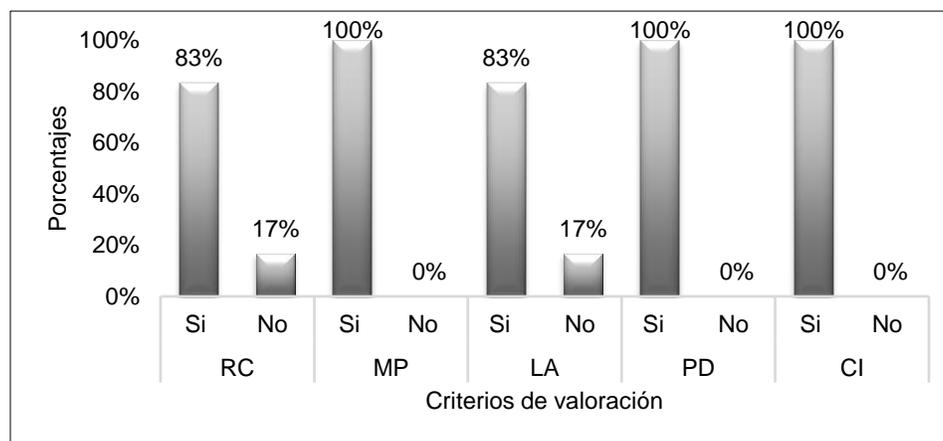


Figura 19. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 3,4,6,8.

Fuente: Elaboración propia.

*Interpretación:* Los criterios MP: *el ítem mide lo que pretende*, PD: *el ítem pertenece a la dimensión* y CI: *El ítem presenta coherencia con el indicador*, presentan el 100% de acuerdos entre los jueces, mientras que, los demás criterios presentan el 83%. Por esta razón se realizaron cambios en el ítem 3 en el uso del lenguaje “Fue interesante crear por ti mismo...” a “Consideras interesante el armar por ti mismo...”, en el ítem 4 hubo cambios al contenido antes se había colocado de forma general los simuladores ahora quedó especificado a “simulador eléctrico”, y para el caso de los ítems 6 y 8 los cambios fueron de estructura.

Tabla 17. Indicadores y dimensiones para el ítem 7.

Ítem	Dimensión	Indicador
7. ¿La implementación del simulador te permite desarrollar actividades cooperativas a pesar del distanciamiento social? ¿Por qué?	Pedagógica	Desarrollo actividades colaborativas

Fuente: Elaboración propia.

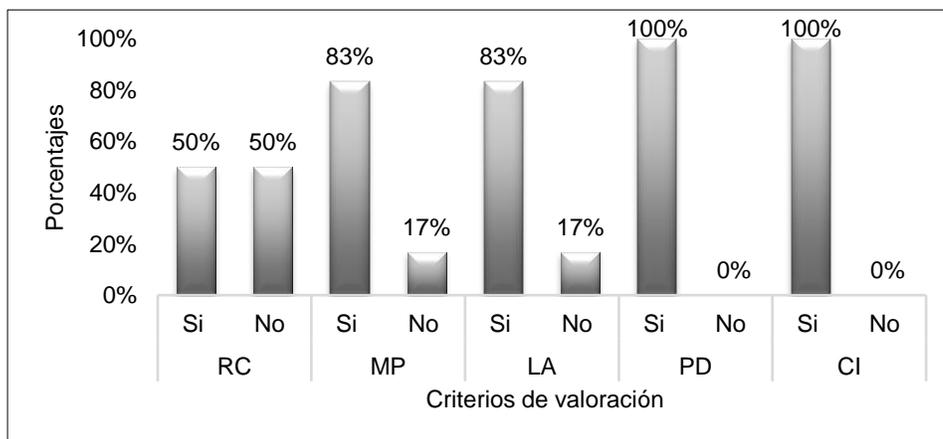


Figura 20. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 7.

Fuente: Elaboración propia.

*Interpretación:* El criterio PD: *el ítem pertenece a la dimensión* y CI: *el ítem presenta coherencia con el indicador* presentan el 100% de acuerdos entre los jueces, los criterios MP: *el ítem mide lo*

que pretende y LA: el ítem tiene un lenguaje adecuado, tienen un alto porcentaje de aprobación (83%) pero presentan una minoría que no está completamente satisfecha (17%), mientras que el criterio RC: la redacción del ítem es clara sólo el 50% respondió que sí. Por tal motivo, se realizaron cambios para facilitar la comprensión del ítem 7.

Tabla 18. Indicadores y dimensiones para el ítem 9.

Ítem	Dimensión	Indicador
9. ¿Cuáles fueron tus limitaciones o restricciones al usar el simulador?	Tecnológica	Límites y restricciones en el uso del recurso

Fuente: Elaboración propia.

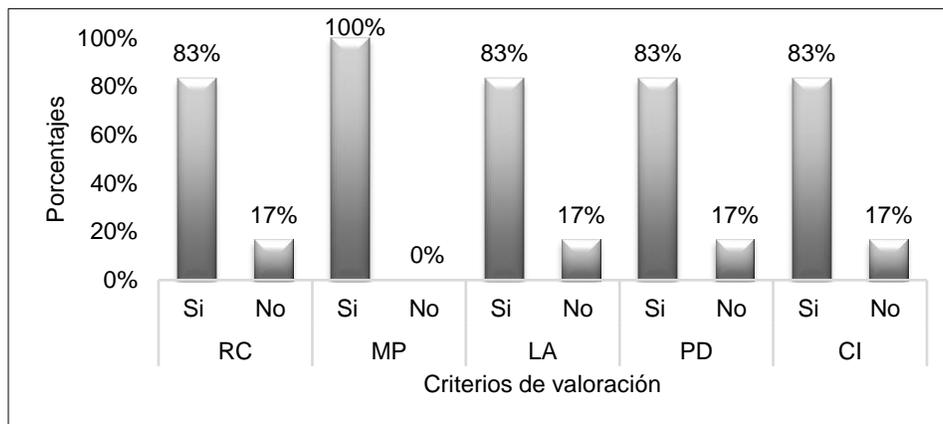


Figura 21. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 9.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El criterio MP: el ítem mide lo que pretende presenta el 100% de acuerdos entre los jueces mientras que para los demás criterios los ítems coinciden en un 83%. Es posible que no hubo cambios en los demás criterios porque podrían estar influenciados por la percepción individual de los evaluadores. No se observaron cambios debido a que ciertos criterios podrían estar influenciados por la percepción individual de los evaluadores.

Tabla 19. Indicadores y dimensiones para el ítem 10.

Ítem	Dimensión	Indicador
10. ¿Consideras que un simulador podría sustituir prácticas de laboratorio? ¿Por qué?	Tecnológica	Límites y restricciones en el uso del recurso.

Fuente: Elaboración propia.

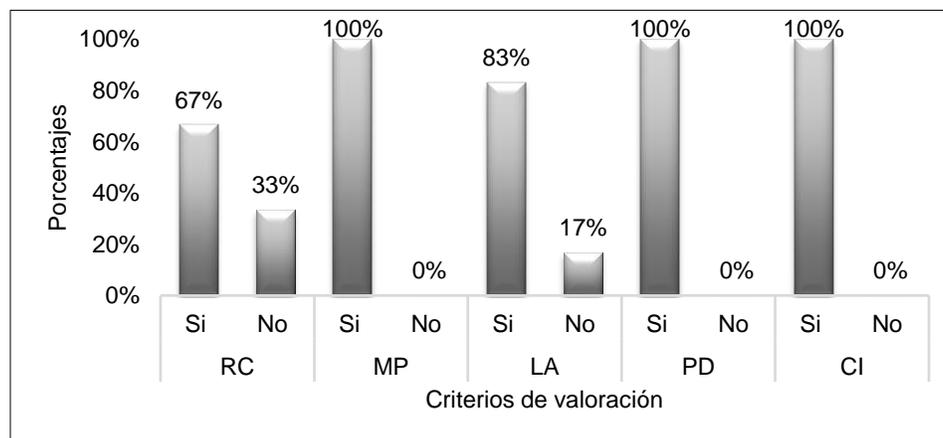


Figura 22. Porcentajes de los criterios de específicos de valoración para el ítem 10.

Fuente: Elaboración propia.

*Interpretación:* Los criterios MP: *el ítem mide lo que pretende*, PD: *el ítem pertenece a la dimensión* y CI: *el ítem presenta coherencia con el indicador* presentan el 100% de los acuerdos entre los expertos, sin embargo, con un 67% se muestra el criterio RC: *la redacción del ítem es clara* por lo que fue necesario hacer cambios para facilitar la comprensión del ítem 10, se cambió “¿Consideras que un simulador podría sustituir prácticas de laboratorio? ¿Por qué?” por “¿Consideras que el uso de un simulador podría sustituir prácticas de laboratorio? ¿Por qué?”. Tras considerar las modificaciones sugeridas por los expertos, se reformuló la estructura del instrumento. El formato del cuestionario fue presentado en un evento académico internacional, pero sin la información detallada sobre el proceso metodológico utilizado para su diseño, validación y prueba piloto,

posterior a la aceptación del manuscrito se incluyó la información de identificación. En el apéndice G se presenta la versión final del cuestionario.

#### **4.10. Cálculo de coeficientes V de Aiken y Küder-Richardson**

En este apartado se incorporan los índices de validez y fiabilidad de los datos presentados. En este sentido, es importante destacar como lo indica Arribas (2004) que la validez es el “grado en que un instrumento de medida mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido” (p.28). Para este estudio se tomó en cuenta la validez de contenido que hace referencia a si el instrumento elaborado, y los ítems seleccionados, representan lo que se busca medir y para ello se realizó el cálculo del coeficiente V de Aiken (Robles Pastor, 2018).

Igualmente, para Robles Pastor (2018), la fiabilidad “es el grado en que un instrumento mide con precisión, sin error. Indica la condición del instrumento de ser fiable, es decir, de ser capaz de ofrecer en su empleo repetido resultados veraces y constantes en condiciones similares de medición” (p.28). Una de las formas de valorar la fiabilidad de un instrumento de medida es a través de la consistencia, esta se refiere al nivel en que los diferentes ítems o preguntas de una escala están relacionados entre sí (Arribas, 2004), la consistencia puede ser comprobada a través del coeficiente de Küder-Richardson el cual es un método estadístico que debe implementarse cuando se aplica una prueba y los ítems presentan puntuaciones dicotómicas (Uyanah et al., 2023)

##### **4.10.1 Coeficiente V de Aiken**

El cálculo de este coeficiente constituye una técnica para cuantificar la validez de contenido o relevancia del ítem respecto a un contenido evaluado en N jueces. El coeficiente V de Aiken asume valores de 0 a 1, siendo el valor 1 la máxima magnitud posible, que indica un perfecto acuerdo

entre los jueces o expertos. Puede ser utilizado sobre las valoraciones de un conjunto de jueces con respecto a un ítem. Dichas valoraciones pueden ser dicotómica (valores de 0, 1 o si, no) o politómicas (valores de 0 a 5) (Robles Pastor, 2018). Para el cálculo de este coeficiente se empleó la ecuación (1).

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{(n(c-1))}, \quad (1)$$

donde  $s_i$  representa el valor asignado por el juez  $i$ ,  $n$  el número de jueces,  $c$  el número de valores de la escala de valoración y  $v$  coeficiente de Aiken.

- **Cálculo del coeficiente V de Aiken para cuestionario exploratorio 1**

*Tabla 20. Resultados por ítems de los acuerdos y desacuerdo entre los jueces.*

Ítems	S	v	Ítems	S	v
ítem 1	3	0.6	ítem 26	4	0.8
ítem 2	5	1	ítem 27	5	1
ítem 3	4	0.8	ítem 28	4	0.8
ítem 4	4	0.8	ítem 29	5	1
ítem 5	4	0.8	ítem 30	5	1
ítem 6	4	0.8	ítem 31	3	0.6
ítem 7	5	1	ítem 32	3	0.6
ítem 8	4	0.8	ítem 33	4	0.8
ítem 9	5	1	ítem 34	5	1
ítem 10	4	0.8	ítem 35	5	1
ítem 11	4	0.8	ítem 36	4	0.8
ítem 12	5	1	ítem 37	5	1
ítem 13	4	0.8	ítem 38	4	0.8
ítem 14	5	1	ítem 39	5	1
ítem 15	5	1	ítem 40	5	1
ítem 16	4	0.8	ítem 41	4	0.8
ítem 17	5	1	ítem 42	5	1
ítem 18	4	0.8	ítem 43	4	0.8
ítem 19	5	1	ítem 44	4	0.8
ítem 20	5	1	ítem 45	4	0.8
ítem 21	3	0.6	ítem 46	3	0.6
ítem 22	5	1	ítem 47	5	1
ítem 23	4	0.8	ítem 48	4	0.8
ítem 24	4	0.8	ítem 49	5	1
ítem 25	4	0.8	ítem 50	5	1

*Fuente: Elaboración propia.*

- **Cálculo del coeficiente V de Aiken para cuestionario 2**

Tabla 21. Matriz de resultados por ítems de los acuerdos y desacuerdo entre los jueces.

Ítems	S	v	Ítems	S	v
1A	4	0.8	4C	5	1
1B	5	1	4D	3	0.6
1C	5	1	5A	4	0.8
1D	4	0.8	5B	5	1
2A	3	0.6	5C	5	1
2B	4	0.8	5D	4	0.8
2C	5	1	6A	3	0.6
2D	3	0.6	6B	4	0.8
3A	3	0.6	6C	5	1
3B	4	0.8	6D	3	0.6
3C	5	1	7A	4	0.8
3D	3	0.6	7B	5	1
4A	3	0.6	7C	5	1
4B	4	0.8	7D	4	0.8
8A	4	0.8	12D	4	0.8
8B	5	1	13A	3	0.6
8C	5	1	13B	5	1
8D	4	0.8	13C	5	1
9A	4	0.8	13D	4	0.8
9B	5	1	14A	4	0.8
9C	5	1	14B	5	1
9D	4	0.8	14C	5	1
10A	4	0.8	14D	4	0.8
10A	4	0.8	15A	4	0.8
10B	5	1	15B	5	1
10C	5	1	15C	5	1
10D	4	0.8	16A	3	0.6
11A	3	0.6	16B	5	1
11B	5	1	16C	5	1
11C	5	1	16D	4	0.8
11D	4	0.8	17A	4	0.8
12A	4	0.8	17B	5	1
12B	5	1	17C	5	1
12C	5	1	17D	4	0.8

Fuente: Elaboración propia.

- **Cálculo del coeficiente V de Aiken para el formato de la bitácora**

Tabla 22. Matriz de resultados por ítems de los acuerdos y desacuerdo entre los jueces.

Ítems	S	v
ítem 1	4	0.8
ítem 2	5	1
ítem 3	4	0.8
ítem 4	5	1
ítem 5	4	0.8
ítem 6	5	1
ítem 7	4	0.8

*Fuente: Elaboración propia.*

- **Cálculo del coeficiente V de Aiken para la prueba objetiva**

*Tabla 23. Matriz de resultados por ítems de los acuerdos y desacuerdo entre los jueces.*

Ítems	S	v	Ítems	S	v
ítem 1	5	1	Ítem 19	4	0.8
ítem 2	4	0.8	Ítem 20	5	1
ítem 3	4	0.8	Ítem 21	5	1
ítem 4	5	1	Ítem 22	2	0.4
ítem 5	5	1	Ítem 23	5	1
ítem 6	5	1	Ítem 24	5	1
ítem 7	4	0.8	Ítem 25	2	0.4
ítem 8	5	1	Ítem 26	5	1
ítem 9	5	1	Ítem 27	5	1
ítem 10	5	1	Ítem 28	3	0.6
ítem 11	5	1	Ítem 29	5	1
ítem 12	5	1	Ítem 30	5	1
ítem 13	5	1	Ítem 31	3	0.6
ítem 14	5	1	Ítem 32	5	1
ítem 15	5	1	Ítem 33	5	1
ítem 16	5	1	Ítem 34	5	1
ítem 17	5	1	Ítem 35	5	1
ítem 18	5	1			

*Fuente: Elaboración propia.*

*Interpretación:* Para las valoraciones de un conjunto de 5 jueces el coeficiente V de Aiken asume el valor de 0.87 para el caso del cuestionario exploratorio, 0.83 para el cuestionario dirigido a docentes, 0.88 para el formato de la bitácora y de 0.92 para la prueba objetiva lo que significa que los instrumentos pueden ser utilizados como técnica confiable de recolección de datos (Robles Pastor,2018).

#### 4.10.2 Coeficiente de Küder-Richardson

Para fines del estudio, este coeficiente permitió verificar la fiabilidad de la prueba objetiva, para ello se contó con la participación de 23 estudiantes correspondiente a una sola sección de la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica (MEIE). “Esta fórmula sólo es aplicable en aquellos casos en que las respuestas a cada ítem son dicotómicas y pueden calificarse como 1 ó 0 (correcto-incorrecto, presente-ausente, a favor - en contra)” (p.812) (Hurtado de Barrera,2010) y se presenta a continuación:

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \cdot \frac{St^2 - \sum p \cdot q}{St^2}, \quad (2)$$

donde  $r_{tt}$  representa el coeficiente de confiabilidad,  $k$  el número de ítems del instrumento,  $p$  el porcentaje de personas que responden correctamente cada ítem,  $q$  el porcentaje de personas que responden incorrectamente cada ítem,  $St^2$  la varianza total del instrumento. Estos valores estadísticos ( $k=35$ ,  $\sum p \cdot q = 5.77$  y  $St^2 = 18.52$ ) fueron obtenidos a partir de la implementación de la prueba objetiva y al sustituirlos en la ecuación 2 se obtuvo un coeficiente de 0.71, considerado de alta confiabilidad (Ruíz, 2002).

## CAPÍTULO 5. PROCESO DEL ANÁLISIS DE LOS DATOS

### 5.1 Descripción y justificación de los procedimientos para el análisis de los datos

De acuerdo con lo señalado por Hurtado de Barrera (2010), “...el propósito del análisis es aplicar un conjunto de estrategias y técnicas que le permiten al investigador obtener el conocimiento que estaba buscando, a partir del adecuado tratamiento de los datos recogidos.” (p.181). En el caso del presente estudio, una vez que se apliquen los instrumentos de investigación y se obtengan los datos, estos se analizarán considerando algunos procedimientos, como los que se exponen en la tabla 24.

*Tabla 24. Procedimiento para el análisis de los datos de acuerdo con cada instrumento.*

Fases	Instrumentos	Procedimiento para analizar los datos.	Software
<b>CUALITATIVA</b>	Bitácora, notas de campo	Análisis de contenido.	<i>RQDA</i>
	1er cuestionario (preguntas abiertas y de opinión)	- Categorización - Codificación (Procedimientos conceptuales)	
	2do cuestionario (preguntas abiertas y de opinión)		
<b>CUANTITATIVA</b>	Cuestionario CSUQ	- Distribuciones de frecuencias.	RStudio
	Prueba objetiva	- La prueba estadística t de Student. - Prueba de hipótesis. - Prueba de normalidad	

*Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se presenta una breve descripción de los procedimientos para la sistematización y análisis de los datos para las fases cualitativas y cuantitativas, considerando que el estudio que se está realizando presenta un enfoque mixto.

### **5.1.1 Fase cualitativa**

En esta fase se realiza un análisis de contenido con el propósito de reducir la información con el fin de expresarlos y describirlos para que respondan a una estructura sistemática y significativa. Entre las tareas de reducción de datos cualitativos, las más utilizadas y representativas son la categorización y la codificación, ya que se considera que el análisis de datos cualitativos se facilita mediante clasificaciones más básicas de conceptualización, y se refieren a clases de objetos de los que puede decirse algo específicamente (Bautista, 2011).

#### **- Categorización**

Es un ejercicio que facilita la organización de los datos registrados en los diversos instrumentos los cuales deben ser convertidos en categorías que permitan realizar comparaciones y contrastes, a fin de poder organizar conceptualmente los apuntes y dar a la información una forma accesible que permita la comprensión de las realidades emergentes que se han detectado. La categorización consiste en la segmentación en elementos singulares, o unidades, que resultan relevantes y significativas desde el punto de vista del interés investigativo. Se establece una unidad de sentido en un texto registrado por algún medio, por lo tanto, este procedimiento es textual y a la vez conceptual.

Las categorías pueden constituirse utilizando una palabra con base en un criterio unificador, buscando que al final del proceso todas las ideas estén incluidas en alguna categoría. Al construir las categorías no se deben hacer interpretaciones previas y siempre respetar la información obtenida. La categorización es una forma de revisar de manera sistemática toda la información obtenida con el fin de discriminar los componentes, establecer relaciones entre estos componentes,

para generar modelos interpretativos conceptuales que aporten una interpretación sobre la realidad observada (Bautista, 2011).

#### - **Codificación**

Los métodos cualitativos por su carácter abierto exigen la necesidad de garantizar la fiabilidad de sus indagaciones. Para legitimar esta confianza se realiza el proceso de codificación que permite un acertado análisis de contenido y es una herramienta básica para avalar la credibilidad de los estudios cualitativos. La codificación es la operación concreta por la que se asigna a cada unidad un indicativo (código) propio de la categoría en la que se considera incluida. Los códigos, que representan a las categorías, consisten, por tanto, en marcas que añadimos a las unidades de datos, para indicar la categoría a que pertenecen. Estas marcas pueden tener un carácter numérico o visual (colores), haciendo corresponder cada número o color con una categoría concreta, aunque es más frecuente utilizar palabras o abreviaturas con las que se han etiquetado las categorías (Bautista, 2011). De acuerdo con Katamaya (2014) existe una guía a considerar, a continuación, se presenta una breve explicación de cada uno de los pasos:

#### **Paso 1. Reducción de datos cualitativos**

Sobre la transcripción hecha de todo el material recolectado (notas de campo, grabaciones, entrevistas, grupos focales, etc.) se aplica la “Reducción”, la cual comprende las siguientes subetapas:

**a) Edición:** Se “limpia” lo recolectado de cualquier tipo de contaminación o interferencia. En el caso de las notas de campo se tienen textos repetitivos, frases incoherentes, etcétera; en el caso de grabaciones se eliminan interferencias sonoras, ruidos ambientales, ruido blanco,

etcétera. En la edición se filtra la totalidad de lo recolectado, se revisan aplicando los criterios de representatividad y fiabilidad de los datos.

**b) Categorización y codificación:** Sobre los datos ya reducidos aplicar varias lecturas integrales y sistemáticas para ir descubriendo unidades significativas o unidades de análisis. Establecidas las unidades de análisis (que pueden ser frases, líneas, párrafos o textos completos) se deben agrupar por su semejanza o similitud en unidades temáticas más grandes o comprensivas llamadas categorías y asignarle a cada categoría una denominación, nombre o notación llamado código. Las categorías deben cumplir con la objetividad y la pertinencia.

**c) Registro y Tabulación:** La tabulación es la presentación de los datos cualitativos de modo organizado de acuerdo con las categorías o propiedades. En ese sentido, condensa, organiza y pone en evidencia las características y las relaciones de las informaciones. Se ayuda de: a) Cuadros. b) Diagramas. c) Matrices.

**Paso 2. Análisis descriptivo** Sobre la base de los datos cualitativos recogidos y estructurados el investigador les atribuye un sentido o significación y los presenta tal y como estarían relacionados.

**Paso 3. Interpretación** En esta parte el investigador interpreta los datos descritos llegando a plantear explicaciones de los fenómenos. Para llegar a este nivel se requiere por parte del investigador: a) Revisión de la bibliografía existente sobre el tema. b) Interpretación teórica (construcción teórica).



Figura 23. Pasos generales seguidos para sistematización y análisis del discurso.  
Fuente: Elaboración propia basada en Chandra y Shang (2017).

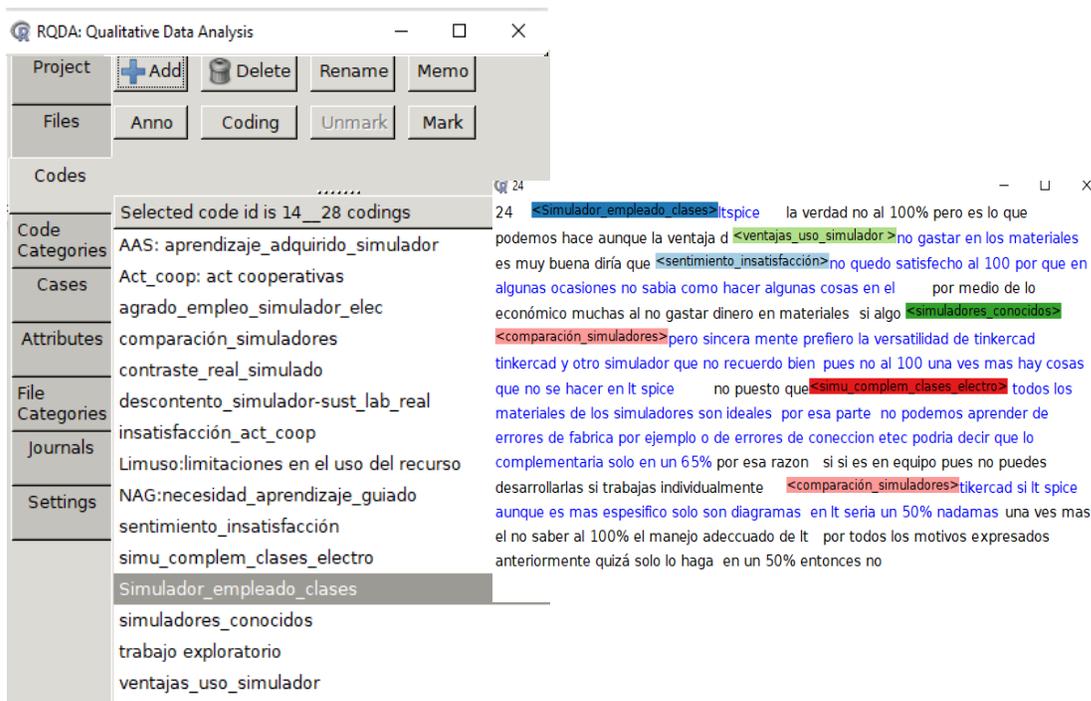


Figura 24. Interfaz de RQDA con la organización de categorías.  
Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.2 Fase cuantitativa

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la preprueba y posprueba a ambos grupos (control y prueba) serán analizados mediante:

- *Prueba estadística t de Student*, al respecto Ñaupás Paitán (2014) establece:

Es también llamada Prueba de Diferencia de Medias es otra prueba muy usada para contrastar hipótesis. Cuando los investigadores adoptan estrategias de prueba de hipótesis como consecuencia de las cuales se obtienen dos promedios en cada uno de los grupos, ya sean estos experimental o de control, lo que deben hacer es determinar si la diferencia entre tales promedios hallados se debe a hechos fortuitos, o si tal diferencia se ha producido como efecto de la influencia de la variable independiente que se está estudiando (p.314).

- *Prueba de hipótesis*, de acuerdo con Ñaupás Paitán (2014) es “someter a prueba las hipótesis consiste en recolectar datos de la realidad para disponer de evidencia empírica que confirme o contradiga la hipótesis planteada” (p.285).
- *Cuantiles teóricos y experimentales*: este tipo de gráfico se construye con parejas de valores, donde a cada valor observado se le empareja con su valor esperado, procedente éste último de una distribución normal (Saldaña, 2016).

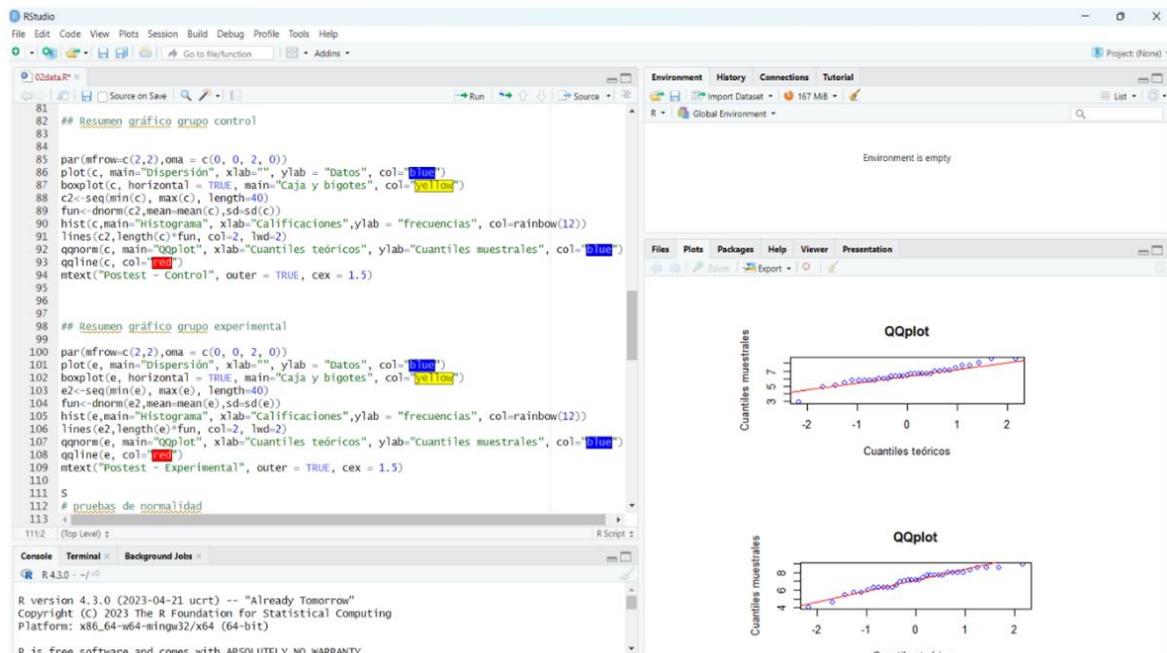


Figura 25. Interfaz en R para la obtención de cuantiles teóricos y experimentales.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. Software para el análisis de datos

### 5.2.1 Para datos cualitativos. RQDA

QDA es un conjunto de funciones disponibles en R, entre las cuales destaca RQDA. Esta herramienta es clave, ya que activa la interfaz gráfica del programa, diseñada específicamente para llevar a cabo las etapas iniciales de un análisis QDA. Estas actividades incluyen la reducción de información a través de su codificación, lo que permite optimizar y facilitar su posterior procesamiento. La GUI consta de una ventana que ocupa aproximadamente un tercio de la pantalla y dentro de esta contiene la libreta con 9 pestañas (ver figura 26) a través de las cuales se puede mover por las diferentes opciones del programa (Pueyo Vinader, 2016). El uso de este software se justifica por su capacidad para abordar investigaciones mixtas, integrando análisis cualitativo y cuantitativo. Herramientas como RQDA en R facilitan la sistematización y análisis del discurso (ver figura 23), combinando métodos estadísticos con técnicas de codificación y categorización para una gestión eficiente de los datos.

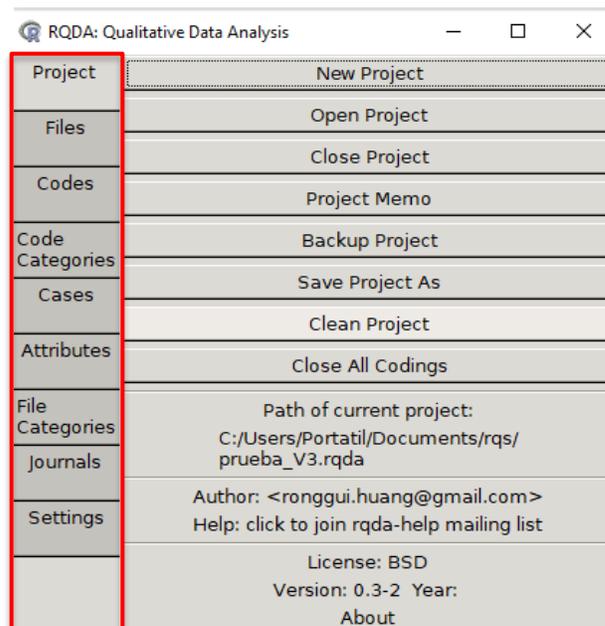


Figura 26. Captura del menú de RQDA con las opciones del programa.

### - **Justificación desde una visión operativa**

Al trabajar con RQDA se puede realizar un análisis de contenido con el propósito de reducir la información con el fin de expresarlos y describirlos para que respondan a una estructura sistemática y significativa. Entre las tareas de reducción de datos cualitativos, las más utilizadas y representativas son la categorización y la codificación, ya que se considera que el análisis de datos cualitativos se facilita mediante clasificaciones más básicas de conceptualización, y se refieren a clases de objetos de los que puede decirse algo específicamente (Bautista, 2011).

#### **5.2.2 Para datos cuantitativos. RStudio**

R es una implementación gratuita de código abierto del entorno de programación y lenguaje informático estadístico (Rödiger et al., 2012). Con el apoyo de RStudio es posible realizar los cálculos requeridos para el análisis de los datos cuantitativos, en este sentido, se pueden trabajar aspectos requeridos como:

1. Distribución de frecuencias por tipo de respuestas en cada ítem del pre y postest aplicado al grupo control y experimental
2. Prueba paramétrica (t para dos muestras independientes)- Respuestas dicotómicas.
3. Medidas de tendencia central para las calificaciones del pretest y postest.
4. Cuantiles teóricos y muestrales.

Ahora bien, en la literatura existen autores que nos brindan algunos referentes para el empleo de R como software, mostrando algunas funcionalidades, ventajas, y desventajas (Elosua, 2009), (Ruiz & López, 2009), (Peña-Calero, 2018), (Ruiz -Ruano & Puga, 2016). A continuación, se mencionan algunas:

## **Funcionalidades generales de R**

- Gran cantidad de funciones de análisis programadas.
- Posibilidad de programar tus propios análisis y modificar los ya existentes.
- Visualizar paso a paso, cuáles son los procedimientos para llegar a los resultados de una función programada particular.
- Gran comunidad de desarrolladores y usuarios de soporte.
- Elaboración de gráficos personalizables (plantillas o contruídos desde cero).
- Reproducibilidad del análisis (Open Science).

## **Ventajas con R**

- Alta flexibilidad para personalizar los análisis y resultados.
- Registro detallado del análisis. Permite replicar y compartirlo con otros científicos.
- Software gratuito.
- Permite acceder a los análisis y modificaciones metodológicas más recientes en nuestro campo.
- Validación acerca de la toma de decisiones en distintas áreas (clínica, educativa, social, organizacional, comunitaria, etc.)

## **Dificultades con R**

Es cierto que el primer contacto con R puede producir sensación de aspereza y algún rechazo derivado de la impresión de que trabajar con R requiere un entrenamiento intensivo y un alto nivel de conocimientos de estadística o programación.

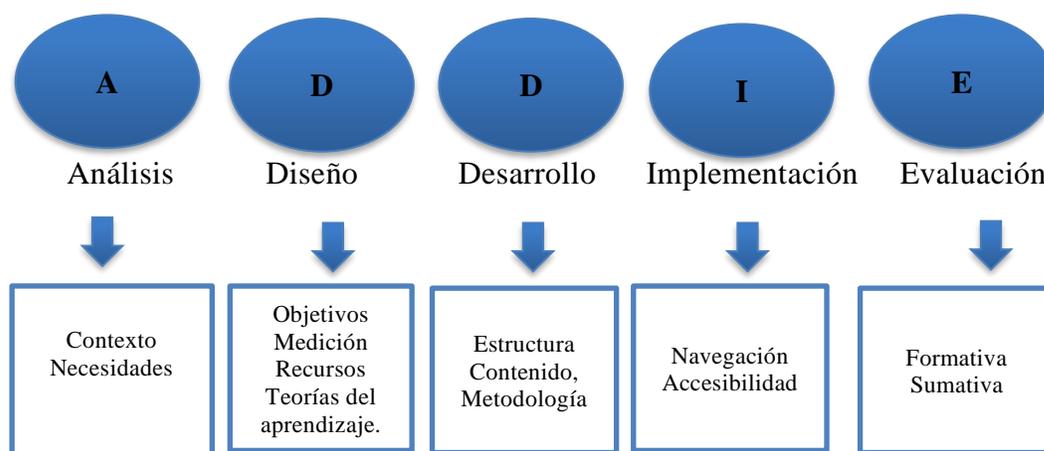
La comunidad que trabaja con R está formada por un grupo muy dinámico cada vez más numeroso y heterogéneo, que dispone de grupos de discusión en los que es posible consultar cualquier duda o problema. Existen manuales, códigos ya escritos para ejecutar funciones, listas de distribución muy activas y útiles, boletín de noticias y conferencias internacionales con periodicidad anual.

**Conclusiones del capítulo:** Este apartado permitió un acercamiento a los pasos para generar el análisis de los datos. Dado que el estudio presenta un enfoque mixto se deben atender dos tipos de procesamientos de datos y/o información: un procesamiento cualitativo (reducción de la información, análisis descriptivo e interpretación) y otro cuantitativo (registro y tabulación de datos, cálculo de prueba t y comparativa de los p-valor), en cuanto a la selección de los softwares se tiene para cualitativo RQDA y para cuantitativo RStudio.

## CAPÍTULO 6. PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA TECNOPEDAGÓGICA

### 6.1 Etapas de la estrategia tecnopedagógica

En esta sección se describen las etapas que se siguieron para el diagnóstico, diseño, desarrollo, implementación y, finalmente, la evaluación de una estrategia tecnopedagógica en el área ingenieril, mediante la aplicación del modelo ADDIE, sus siglas representan los diferentes momentos que debe llevar a cabo un diseñador instruccional al momento de realizar una propuesta didáctica (ver figura 27)



*Figura 27. Etapas del Modelo ADDIE.*

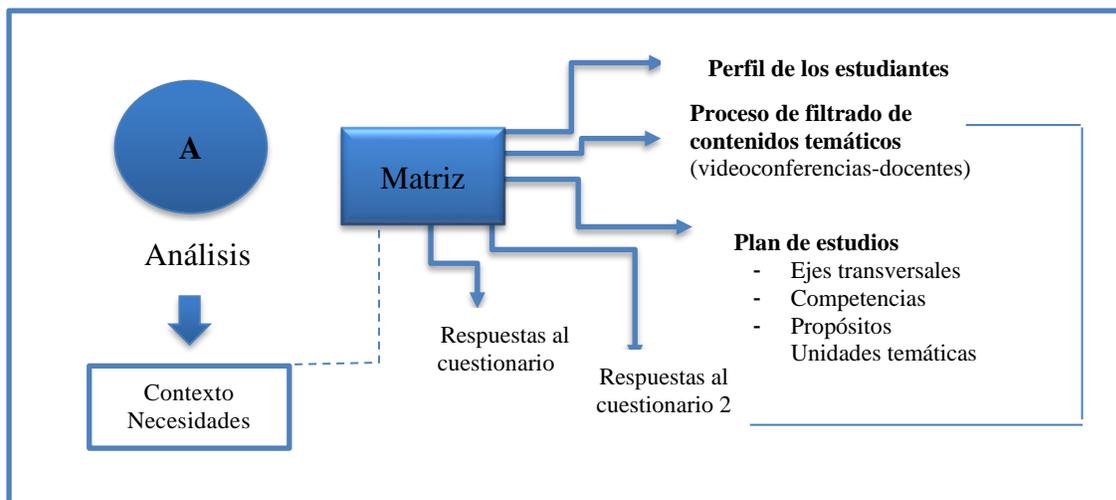
*Fuente: Elaboración propia a partir de Saza et al. (2019).*

A continuación, se describen cada una de las etapas seguidas en el diseño instruccional aplicadas en este estudio, con el propósito de proponer una estrategia tecnopedagógica para estudiantes de los primeros semestres de ingeniería enfocada en el aprendizaje de contenidos conceptuales.

#### 6.1.1 Análisis

En esta primera fase, como se muestra en la figura 27, se generó una matriz de necesidades en la cual se identificaron específicamente las necesidades académicas, el perfil de los estudiantes, objetivos generales de aprendizaje, además se conoció el contexto y se identificó en el plan de

estudio los ejes transversales, competencias, propósitos y se establecieron las unidades temáticas que se iban a trabajar en el centro virtual de aprendizaje. Para ello se llevó a cabo una primera inmersión en el campo con fines exploratorios, en el que se aplicaron dos encuestas cuyo propósito era (1) conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica, así como (2) identificar las estrategias tecnológicas y pedagógicas empleadas en la enseñanza de electrónica. Estos resultados permitieron identificar el diseño de una metodología adecuada que atendiera con efectividad el proceso de aprendizaje.



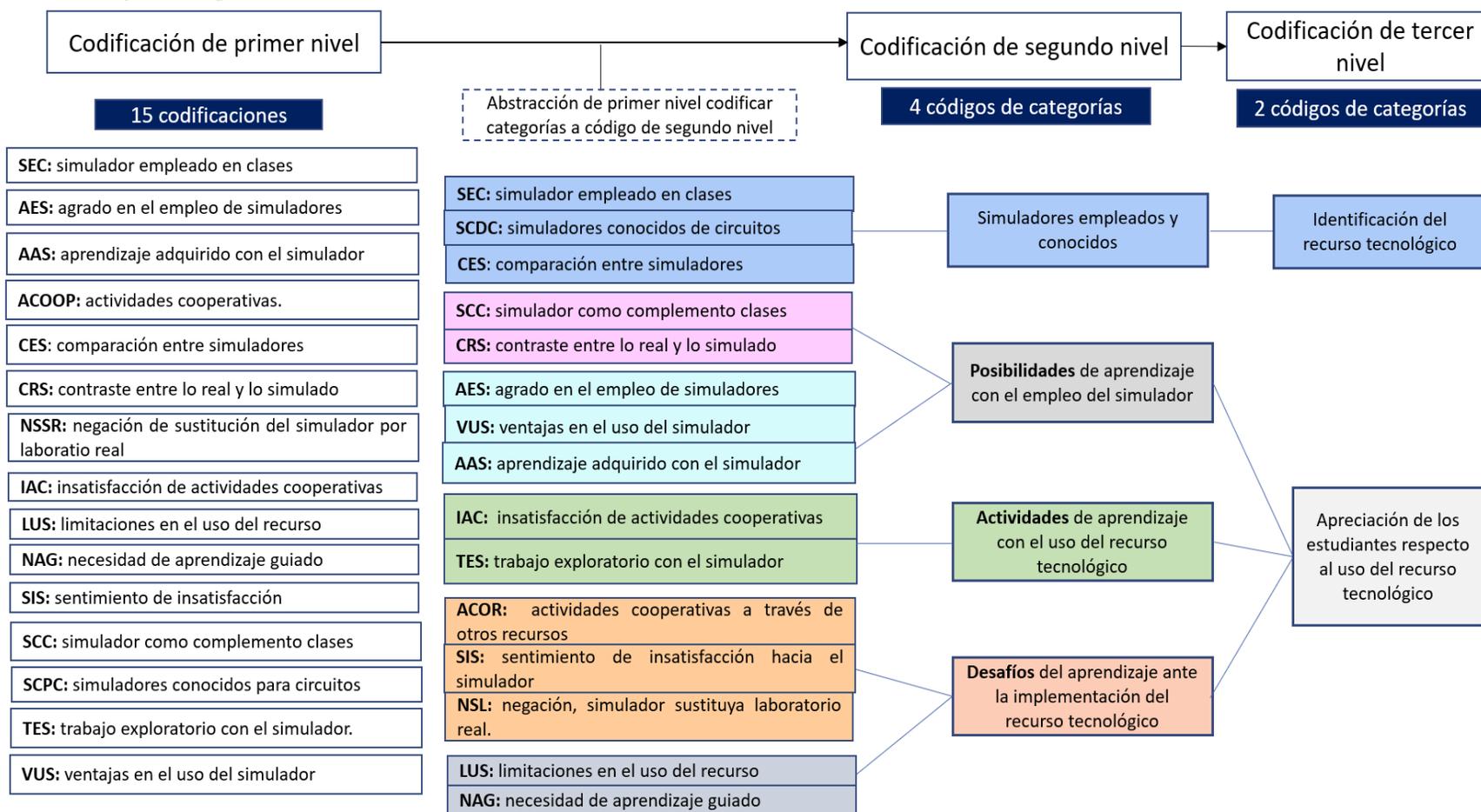
*Figura 28. Etapa de análisis para la consolidación del diagnóstico.  
Fuente: Elaboración propia.*

En esta fase fue necesario la aplicación de los cuestionarios 1 y 2 para fines diagnósticos. A continuación, se presenta una visualización por categorías de los hallazgos preliminares para la fase diagnóstica.

## Visualización de las categorías de los hallazgos preliminares (etapa diagnóstica)

### Cuestionario 1.

**Propósito:** Conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en el proceso de aprendizaje de electrónica.



Fuente: Elaboración propia.

## Cuestionario 2

**Propósito:** conocer la intervención pedagógica y tecnológica empleada en el proceso de enseñanza -aprendizaje de electrónica.

Respuestas de los docentes al cuestionario 2 (C2)					
Constructos	Dimensiones	Descriptor	Respuestas de los y las docentes de MEIE		
Intervención pedagógica	Gestión del aprendizaje	Contenidos de mayor complejidad	D01: Medición en los instrumentos como osciloscopio y multímetro D02: Metrología Eléctrica D03: Ley de corrientes de Kirchoff		
		Identificación de las necesidades en el aprendizaje y en la enseñanza	Contenidos con mayor complejidad de aprendizaje desde una perspectiva conceptual	D01: El análisis de circuitos, debido a que los alumnos traen un nivel bajo el álgebra y aritmética D02: Los conceptos de corriente, conservación de la energía. D03: Corrientes de arrastre y difusión de portadores de carga en dispositivos semiconductores	
			Contenidos con mayor complejidad de aprendizaje desde una perspectiva procedimental	D01: Creo que el problema o la complejidad se refleja más en su nivel conocimientos previos de física y matemáticas D02: Casos de estudio de modelación D03: Lenguaje ensamblador	
			Contenidos con mayor complejidad de aprendizaje desde una perspectiva actitudinal	D01: El análisis de circuitos, ahora el estudiante no se si debido al uso de la tecnología quieren todo inmediato, a la mayoría no les gusta pensar. Y regreso a lo mismo su nivel de física y matemáticas es muy bajo D02: Trabajo en equipo D03: Dispositivos electrónicos	
			Vías de solución o promoción del aprendizaje	Estrategias de enseñanza que aplica en sus clases	D01: Muchos ejercicios, ejemplos, y tareas relacionadas. D02: Estudio basado en casos D03: Relacionar conocimientos previos para mejorar la comprensión del tema.
				Estrategia que considere pueda favorecer el aprendizaje de MEIE	D01: Aprendizaje basado en proyectos D02: Aprendizaje basado en problemas D03: Explicar procesos mediante laboratorios virtuales
		Intervención tecnológica		Simuladores que emplea para gestionar sus clases	D01: Spice, Matlab, ThinkerCad, LTSpice, Proteus. D02: LTspice - software libre, Multisim - laboratorio virtual. D03: El criterio debe ser la sencillez de aplicación y didáctica en la practica
				Factores determinan que un simulador se utilice o no con fines didácticos	D01: El objetivo de la práctica. D02: La materia que se les va a impartir D03: Acceso al simulador
					Abordaje del trabajo colaborativo en clases con el uso de los simuladores

	Uso del recurso tecnológico	Facilidad del uso del recurso	D01: Prefiero que trabajen de manera individual, ya que es un simulador y así ellos de manera individual desarrollan sus criterios, quizá después se puedan comparar sus resultados y concluir D02: Se demuestra un ejemplo y se dejan actividades que son variantes de lo aprendido. D03: <u>Presentación en equipo sobre el trabajo de simulación.</u>
			Necesidad de incluir ejemplos y tutoriales sobre el uso del simulador que emplea para los contenidos temáticos que imparte
			D01: Si un primer ejemplo para presentar el simulador, no, Creo que ahora los simuladores son muy intuitivos D02: En algunos casos sí. Dedico tiempo de clase para enseñar su uso y les dejo un tutorial. Los alumnos deben tener material de apoyo D03: <u>Es necesario incluir para la introducción al simulador cuando no hay antecedentes de uso.</u>
			Elementos gráficos de los simuladores que ayudan en el aprendizaje
			D01: Formas de onda de voltaje, corriente y potencia D02: Los gráficos de señales, cambio de estado, activación D03: Curvas de comportamiento de las variables.
			Elementos empleados en el simulador permiten generar escenarios realistas
			D01: fuentes, resistencias, etc. D02: Los protoboards y los elementos de conexión, colores de alimentación D03: Gracias en el dominio del tiempo y la frecuencia sobre variables del circuito.
			Aspectos del simulador que le permiten al estudiante la corrección de errores cometidos en los ejercicios
			D01: El simulador ayuda a observar el comportamiento de un circuito. También ayuda a verificar el resultado. D02: La depuración de programas D03: Permite identificar corrientes en sentido contrario
			Características del simulador le permiten al estudiante un aprovechamiento eficiente y la retroalimentación durante el aprendizaje
		D01: La verificación de los resultados, la parte grafica es importante ya que con ella se puede analizar mejor el comportamiento del circuito D02: La parte interactiva D03: Permite trabajar con los resultados para presentarlos de acuerdo con la necesidad	
		Limitaciones del uso del recurso	Limitaciones del simulador
			D01: Idealiza el comportamiento del circuito D02: El simulador no cuenta con todos los elementos de un laboratorio real D03: No es un laboratorio virtual
			Contenido no pueden ser abordados con el software de simulación
			D01: Errores humanos D02: La parte de armado practico D03: Componentes de corriente en dispositivos semiconductores

- **Trazabilidad de la estrategia tecnopedagógica**

Derivado de los resultados preliminares, de forma general se muestra la tabla 25 en la que se visualiza a grandes rasgos algunos aspectos que resaltaron en las respuestas de los y las estudiantes y docentes, siendo necesarios para considerarlos como soporte para el diseño y desarrollo de la estrategia tecnopedagógica.

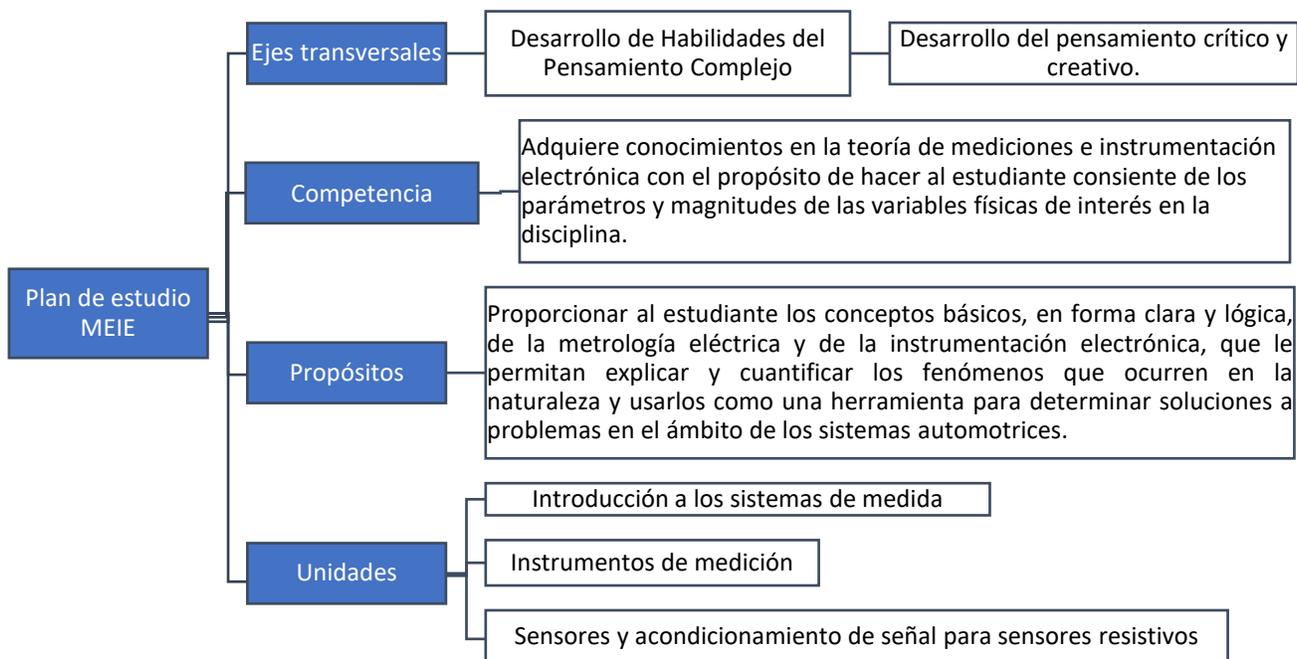
*Tabla 25. Aspectos por considerar para la estrategia tecnopedagógica.*

<b>Desde el enfoque del DOCENTE</b>	<b>Desde el enfoque del ESTUDIANTE</b>
1. Contenidos de mayor complejidad	1. Espacio en el que se brinde una arquitectura de aprendizaje guiado.
2. Identificación de las necesidades en el aprendizaje y en la enseñanza	2. Simuladores que brinden actividades cooperativas.
3. Vías de solución o promoción del aprendizaje	3. Incorporar simuladores de libre acceso.
4. Facilidad en el uso del recurso	4. Necesidad de aprendizaje autogestivo
5. Enseñanza en contenidos de naturaleza conceptual	5. Aprendizaje en contenidos de naturaleza conceptual
6. Abordar temáticas introductorias a la asignatura MEIE	

*Fuente: Elaboración propia.*

Una vez considerados los aspectos mostrados en la tabla 25, seguidamente se realizó un análisis del plan de estudios de la asignatura MEIE con el objetivo de lograr una trazabilidad desde los ejes transversales de la misma hasta las temáticas a abordar en la estrategia, las cuales representan los contenidos de mayor complejidad de acuerdo con la perspectiva de los docentes.

Después se realizó un cruce entre los resultados del diagnóstico y el plan de estudios de la asignatura de MEIE, finalmente se obtuvo el diagrama que se presenta en la figura 28, en el cual se establecen los ejes transversales, competencia, propósitos y unidades de la asignatura de MEIE que van a ser favorecidos con la estrategia tecnopedagógica.



*Figura 29. Aspectos del plan de estudio que serán favorecidos con la estrategia.  
Fuente: Elaboración propia.*

### 6.1.2. Diseño

Partiendo de los resultados del diagnóstico se decide diseñar una propuesta, la cual consiste en la creación de un centro virtual de aprendizaje para estudiantes de ingeniería cuyo objetivo principal fue: brindar al estudiante de MEIE un espacio autogestivo para el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica mediado por un simulador de circuitos electrónicos.

En ese sentido, en esta etapa se realizó la planeación del centro virtual de aprendizaje, para ello se consideraron los contenidos temáticos de la asignatura MEIE y se clasificaron por módulos: (1) Introducción a los sistemas de medida (2) Instrumentos de medición (3) Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos. Se trabajó con el modelo RASE (Recursos, Actividades, Soporte y Evaluación) con el propósito de establecer la relación entre lo pedagógico y lo tecnológico en el diseño de la secuencia didáctica. Ahora bien, dentro de la planeación se

establecieron 3 macro actividades llamadas por su acrónimo F.O.S (fijo mi atención, organizo mis conceptos, simulo y aprendo) cada macroactividad cuenta con 3 subactividades en las que se esperan como procesos logrados los siguientes: atención sostenida, codificación semántica y recuperación de lo aprendido. Esta etapa se sustentó en las teorías educativas sobre contenidos de aprendizaje, construccionismo y diseño instruccional. (ver figura 29).

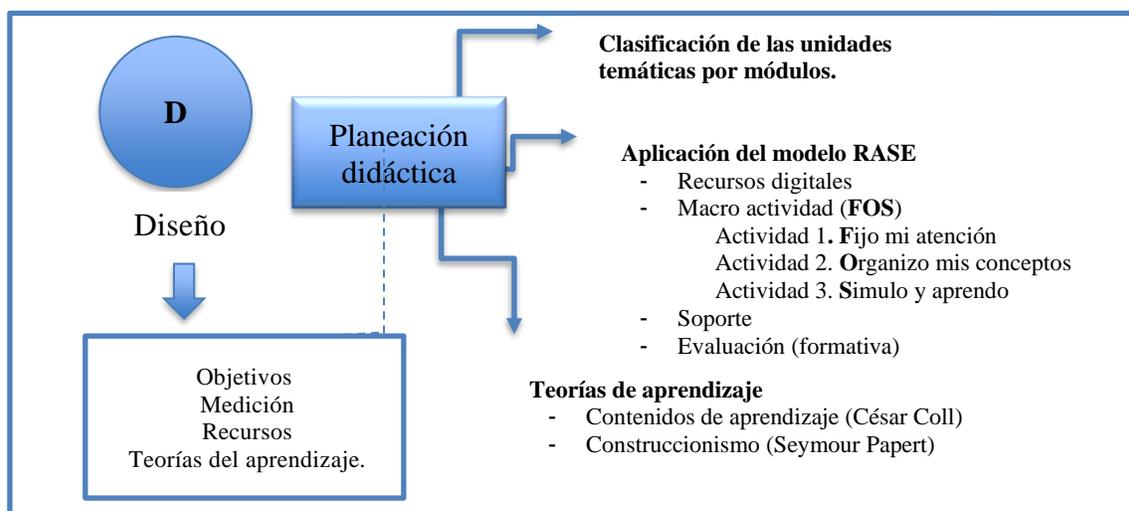


Figura 30. Etapa de diseño para la planeación del centro virtual de aprendizaje.  
Fuente: Elaboración propia.

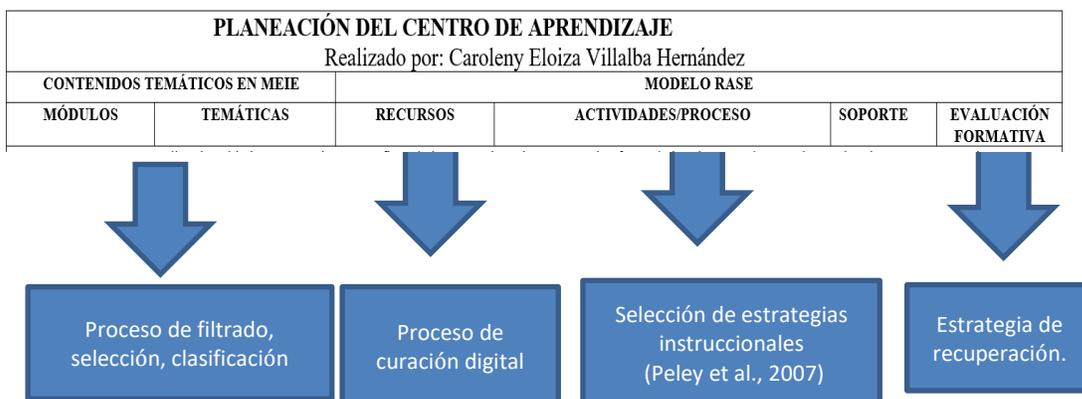


Figura 31. Etapa de diseño del centro de aprendizaje.  
Fuente: Elaboración propia.

## Centro virtual de aprendizaje para estudiantes de ingeniería

**Contexto:** Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE)

**Licenciaturas:** en electrónica, en Ingeniería en Energías Renovables, en Ingeniería en Sistemas Automotrices.

**Aplicación:** estudiantes de la asignatura Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica.

**Semestres:** segundo y tercero

**Enfoque de la asignatura MEIE que será favorecido con la estrategia tecnopedagógica**

Ejes transversales MEIE	Contribución a la asignatura MEIE
Desarrollo de Habilidades del Pensamiento Complejo	Desarrollo del pensamiento crítico y creativo.

### Competencia profesional específica MEIE

Adquiere conocimientos en la teoría de mediciones e instrumentación electrónica con el propósito de hacer al estudiante consciente de los parámetros y magnitudes de las variables físicas de interés en la disciplina.

### Propósito general de la asignatura MEIE

Proporcionar al estudiante los conceptos básicos, en forma clara y lógica, de la metrología eléctrica y de la instrumentación electrónica, que le permitan explicar y cuantificar los fenómenos que ocurren en la naturaleza y usarlos como una herramienta para determinar soluciones a problemas en el ámbito de los sistemas automotrices.

- Proporcionar los conceptos básicos de corriente, voltaje y resistencia; asociar y relacionar estos conceptos en circuitos eléctricos y medir las variables con instrumentos de medición apropiados para cada caso.
- Proporcionar de manera conceptual y esquemática los elementos que intervienen en la conversión de la variable física a la variable eléctrica.

**Objetivo del centro de aprendizaje web como estrategia tecnopedagógica:** brindar al estudiante de MEIE un espacio autogestivo para el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica mediado por un simulador de circuitos electrónicos.

Sitio para el desarrollo del centro de aprendizaje web: Google Sites

PLANEACIÓN DEL CENTRO VIRTUAL DE APRENDIZAJE					
Realizado por: Caroleny Eloiza Villalba Hernández					
CONTENIDOS TEMÁTICOS EN MEIE		MODELO RASE			
MÓDULOS	TEMÁTICAS	RECURSOS	ACTIVIDADES/PROCESO	SOPORTE	EVALUACIÓN FORMATIVA

**Bienvenida.** Se indican los objetivos, propósitos específicos de la estrategia y el cruce con el enfoque de la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica (video introductorio, plan de vuelo)

<p><b>MÓDULO 1</b> Introducción a los sistemas de medida</p>	<p>1.1 Instrumentos electrónicos digitales.</p> <p>1.2 Unidades y patrones</p> <p>1.3 Características estáticas de los sistemas de medida</p>	<p>Video introductorio de la temática.</p> <p>Video sobre el uso del simulador Tinkercad.</p> <p>Representación de un mapa conceptual.</p> <p>Materiales PDF con explicaciones de los temas 1.1, 1.2 y 1.3 para trabajar con el simulador Tinkercad.</p>	<p><b>FOS 1</b> <b>Fijo- Organizo- Simulo</b> <b>Objetivo:</b> Abordar de manera conceptual los diferentes instrumentos electrónicos digitales, las unidades y patrones, así como las características estáticas de los sistemas de medida. <b>Actividad 1. Fijo mi atención.</b> Los y las estudiantes a partir de un video lograrán la atención de la temática. <i>Proceso logrado: atención sostenida</i> <b>Actividad 2. Organizo mis conceptos</b> Se presentará al estudiante un mapa conceptual que permita ubicar las relaciones entre los conceptos abordados. <i>Proceso logrado: codificación semántica</i> <b>Actividad 3. Simulo y aprendo</b> Los y las estudiantes trabajarán con el simulador Tinkercad con la finalidad de contrastar los conceptos aprendidos en este módulo. <i>Proceso logrado: recuperación</i></p>	<p>Tinkercad YouTube Google Forms Canva Adobe Acrobat</p>	<p>Quiz corto <i>Propósito: reconocimiento de la definición, en el cual tendrá que seleccionar el significado correcto de un concepto entre varias posibilidades.</i></p> <p>Simulaciones realizadas en Tinkercad.</p>
<p><b>MÓDULO 2</b> Instrumentos de medición</p>	<p>2.1 Señales y sus tipos</p> <p>2.2 Circuitos eléctricos básicos</p> <p>2.3 Seguridad eléctrica en instrumentos electrónicos</p>	<p>Video introductorio de la temática.</p> <p>Video sobre el uso del simulador Tinkercad.</p> <p>Representación de un mapa conceptual.</p>	<p><b>FOS 2</b> <b>Fijo- Organizo- Simulo</b> <b>Objetivo:</b> Potenciar en los y las estudiantes los contenidos de aprendizaje conceptuales referidos a las señales y sus tipos, circuitos eléctricos básicos y la seguridad eléctrica en instrumentos electrónicos. <b>Actividad 1. Fijo mi atención.</b> Los y las estudiantes a partir de un video lograrán la atención de la temática. <i>Proceso logrado: atención sostenida</i></p>	<p>Tinkercad YouTube Google Forms Canva Adobe Acrobat</p>	<p>Quiz corto <i>Propósito: reconocimiento de la definición, en el cual tendrá que seleccionar el significado correcto de un concepto entre varias posibilidades.</i></p>

		<p>Materiales PDF con explicaciones de los temas 2.1, 2.2 y 2.3 para trabajar con el simulador Tinkercad.</p>	<p><b>Actividad 2.</b>  <b>Organizo los conceptos</b>          Se presentará al estudiante un mapa conceptual que permita ubicar las relaciones entre los conceptos abordados.  <i>Proceso logrado: codificación semántica</i></p> <p><b>Actividad 3.</b>  <b>Simulo y aprendo</b>          Los y las estudiantes trabajarán con el simulador Tinkercad con la finalidad de contrastar los conceptos aprendidos en este módulo.  <i>Proceso logrado: recuperación</i></p>		<p>Simulaciones realizadas en Tinkercad.</p>
<p><b>MÓDULO 3</b></p> <p>Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos</p>	<p>3.1. Sensores resistivos          3.2. Divisores de tensión          3.3 Puente de Wheatstone          3.4 Amplificadores de instrumentación</p>	<p>Video introductorio de la temática.</p> <p>Video sobre el uso del simulador Tinkercad.</p> <p>Representación de un mapa conceptual.</p> <p>Materiales PDF con explicaciones de los temas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 para trabajar con el simulador Tinkercad.</p>	<p><b>FOS 3</b>  <b>Fijo- Organizo- Simulo</b>  <b>Objetivo:</b> Proporcionar de manera conceptual la temática sobre sensores resistivos, divisores de tensión, puente de Wheatstone y los amplificadores de instrumentación.  <b>Actividad 1.</b>  <b>Fijo mi atención.</b>          Los y las estudiantes a partir de un video lograrán la atención de la temática.  <i>Proceso logrado: atención sostenida</i></p> <p><b>Actividad 2.</b>  <b>Organizo los conceptos</b>          Se presentará al estudiante un mapa conceptual que permita ubicar las relaciones entre los conceptos abordados.  <i>Proceso logrado: codificación semántica</i></p> <p><b>Actividad 3.</b>  <b>Simulo y aprendo</b>          Los y las estudiantes trabajarán con el simulador Tinkercad con la finalidad de contrastar los conceptos aprendidos en este módulo.  <i>Proceso logrado: recuperación</i></p>	<p>Tinkercad          YouTube          Google Forms          Canva          Adobe Acrobat</p>	<p>Quiz corto  <i>Propósito: reconocimiento de la definición, en el cual tendrá que seleccionar el significado correcto de un concepto entre varias posibilidades.</i></p> <p>Simulaciones realizadas en Tinkercad.</p>

### **6.1.3. Desarrollo**

En esta etapa se crean los distintos recursos que se incluyen en la planeación didáctica como son las presentaciones, vídeos, animaciones, PDF, simuladores entre otros objetos de aprendizaje (OVA) (Saza et al., 2019). La plataforma que se seleccionó fue Google site ya que es una herramienta para la creación de un sitio web en la que se puede reunir en un único lugar y de una forma rápida información variada, incluidos vídeos, calendarios, presentaciones, archivos adjuntos y texto. Como recursos digitales se seleccionaron videos introductorios de la temática, video sobre el uso del simulador Tinkercad, representación de un mapa conceptual, materiales PDF con explicaciones de los temas para trabajar con el simulador Tinkercad.

Para la selección de los recursos a partir del proceso de curación digital de contenidos con base en el proceso de las 5 Cs de la curación digital, se siguieron las siguientes etapas: colección, categorización, crítica, conceptualización y circulación (Deschaine et al., citado en Juárez et al., 2017), para ello se realizó una guía de curaduría de contenidos (ver Apéndice I), misma que fue enviada a tres expertos en el área de electrónica con el propósito de que valoraran los recursos que serían incorporados en el centro virtual de aprendizaje (ver tabla 26). Se establecieron además recursos de soporte como Tinkercad, videos en YouTube, plataforma Google Forms y Adobe Acrobat, finalmente como parte de la planeación, se incorpora una evaluación formativa que incluye la aplicación de un quiz corto por cada módulo. Esta herramienta tiene como objetivo proporcionar retroalimentación inmediata a los estudiantes, reforzar los conceptos aprendidos y detectar posibles áreas de mejora. Además, permite que los estudiantes identifiquen algunos conceptos básicos de electrónica al seleccionar la opción correcta entre varias alternativas.

No obstante, el quiz corto no constituye la única herramienta de evaluación. Este se complementa con actividades prácticas, como la simulación de circuitos, las cuales permiten a los estudiantes interactuar con contextos simulados que se asemejan a situaciones reales.

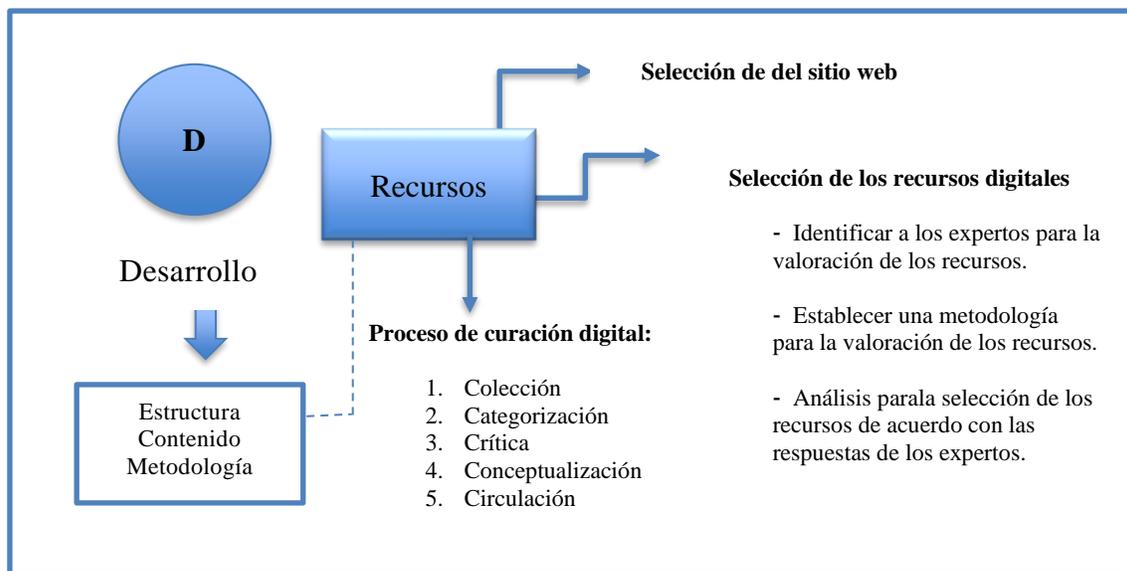


Figura 32. Etapa de desarrollo del centro de aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Justificación de los recursos pedagógicos

Recursos materiales	Justificación
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Video introductorio de la temática.</li> <li>✓ Video sobre el uso del simulador Tinkercad por temática.</li> </ul>	Definición de significados, donde se trata de que el alumno genere su definición.
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Representación de un mapa conceptual.</li> </ul>	Identificación y categorización de ejemplos, exige saber reconocer ejemplos relacionados con un concepto.
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Materiales PDF con explicaciones de las temáticas para trabajar con el simulador Tinkercad.</li> </ul>	Aplicación a la solución de problemas, requiere la movilización de los conceptos aprendidos para resolver diferentes situaciones problemáticas

Fuente: Elaboración propia.

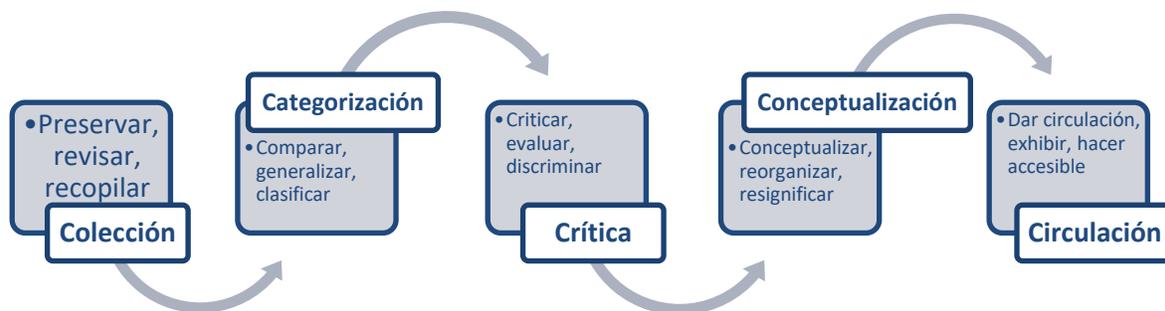


Figura 33. Proceso de las 5 Cs de la curación digital.  
Fuente: Deschaine y Sharma (2015) citada en Juárez et al (2017).

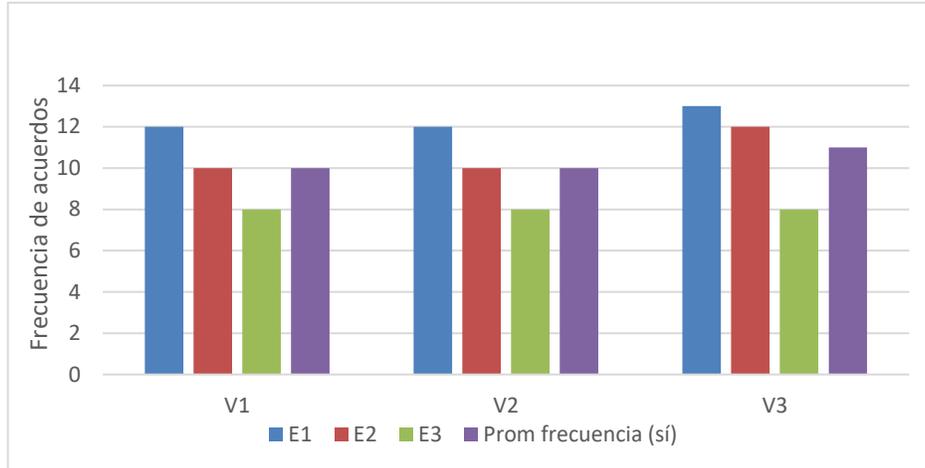
- **Selección de recursos digitales por juicio de expertos incluidos en la estrategia**

En el proceso de selección de los recursos digitales, se han considerado los videos que formarán parte de la estrategia tecnopedagógica, teniendo en cuenta la frecuencia de acuerdo entre los jueces, tras la aplicación de una guía de curación de contenidos (ver apéndice I), para ello se contó con la intervención de tres expertos en el área de la electrónica. Las tablas presentadas destacan el porcentaje de concordancia, resaltando el video con mayor nivel de acuerdo. En términos generales, los videos exponen los conceptos de manera clara, utilizando un lenguaje sencillo y accesible, adaptado al nivel de los estudiantes. Además, presentan una estructura de forma lógica que incluye una introducción, seguido de conceptos claves, ejemplos concretos y contextualizados, así como aplicaciones prácticas.

Leyenda:  $E_n$ : expertos ;  $V_n$ : videos

<b>MÓDULO 1. Introducción a los sistemas de medida</b>						
<b>Tema 1. Instrumentos electrónicos digitales</b>						
<b>Expertos</b> <b>Videos</b>	E1	E2	E3	PROM frecuencia (sí)	%	
V1	12	10	8	10	77	
V2	12	10	8	10	77	
<b>V3</b>	13	12	8	11	<b>85</b>	

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 34. Valoración de recursos digitales V1, V2 Y V3 para la temática instrumentos electrónicos digitales.*

*Fuente: Elaboración propia.*

La Figura 33 presenta los resultados de la valoración realizada por tres expertos (E1, E2, y E3) sobre tres videos (V1, V2, y V3) relacionados con el tema "Instrumentos electrónicos digitales" del módulo 1, "Introducción a los sistemas de medida". Los videos V1 y V2 son opciones válidas, ya que cumplen con un porcentaje de acuerdos aceptable, sin embargo, el video V3 obtuvo el porcentaje más alto de acuerdos (85%), lo que sugiere que fue el recurso mejor valorado por los expertos, destacándose sobre los demás.

<b>MÓDULO 1. Introducción a los sistemas de medida</b>					
<b>Tema 2. Unidades y patrones</b>					
<b>Expertos</b>	E1	E2	E3	PROM frecuencia (sí)	%
<b>V4</b>	13	12	6	10.33	<b>79</b>
<b>V5</b>	13	10	6	9.67	74

*Fuente: Elaboración propia.*

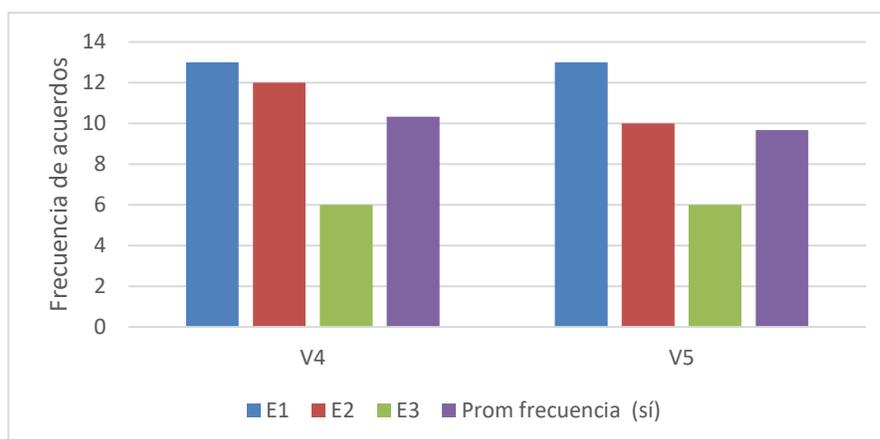
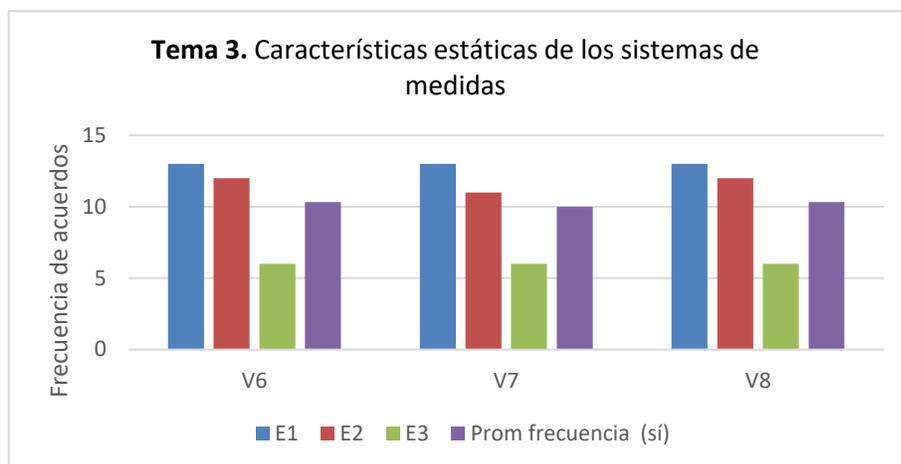


Figura 35. Valoración de recursos digitales V4 y V5 para la temática unidades y patrones.  
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 34 muestra los resultados de la valoración realizada por tres expertos (E1, E2, y E3) sobre dos videos (V4 y V5) relacionados con el tema "Unidades y patrones" del módulo 1, "Introducción a los sistemas de medida". De acuerdo con los resultados, V4 es el recurso que presenta una valoración ligeramente superior en el porcentaje de acuerdos (79%) y podría ser considerado como el más adecuado para la temática. Sin embargo, la evaluación del experto E3 destaca la necesidad de revisar si hay aspectos que podrían mejorarse en ambos videos para satisfacer criterios más rigurosos.

<b>MÓDULO 1. Introducción a los sistemas de medida</b>					
<b>Tema 3. Características estáticas de los sistemas de medidas</b>					
<b>Expertos</b> <b>Videos</b>	E1	E2	E3	PROM frecuencia (sí)	%
<b>V6</b>	13	12	6	10.33	<b>79</b>
<b>V7</b>	13	11	6	10.00	77
<b>V8</b>	13	12	6	10.33	<b>79</b>

Fuente: Elaboración propia.



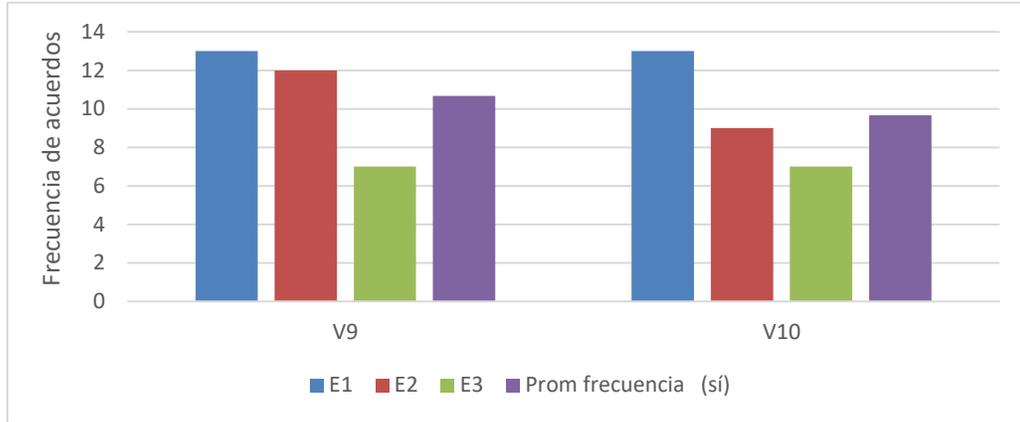
*Figura 36. Valoración de recursos digitales V6, V7 y V8 para la temática características estáticas de los sistemas de medidas.*

*Fuente: Elaboración propia.*

La gráfica 35 representa la valoración realizada por tres expertos (E1, E2 y E3) sobre tres videos (V6, V7 y V8) correspondientes al tema "Características estáticas de los sistemas de medidas", del Módulo 1, "Introducción a los sistemas de medida". Los videos V6 y V8 son las mejores opciones para abordar la temática debido a sus mayores porcentajes de acuerdos. El video V7 tiene una ligera desventaja con un porcentaje de acuerdos de 77% . Esto sugiere que, aunque es adecuado, presenta pequeños aspectos que podrían ser menos favorables en comparación con los otros dos videos.

<b>MÓDULO 2. Instrumentos de medición</b>					
<b>Tema 1. Señales y sus tipos</b>					
<b>Expertos</b>	E1	E2	E3	PROM frecuencia (sí)	%
<b>V9</b>	13	12	7	10.67	<b>82</b>
V10	13	9	7	9.67	74

*Fuente: Elaboración propia.*

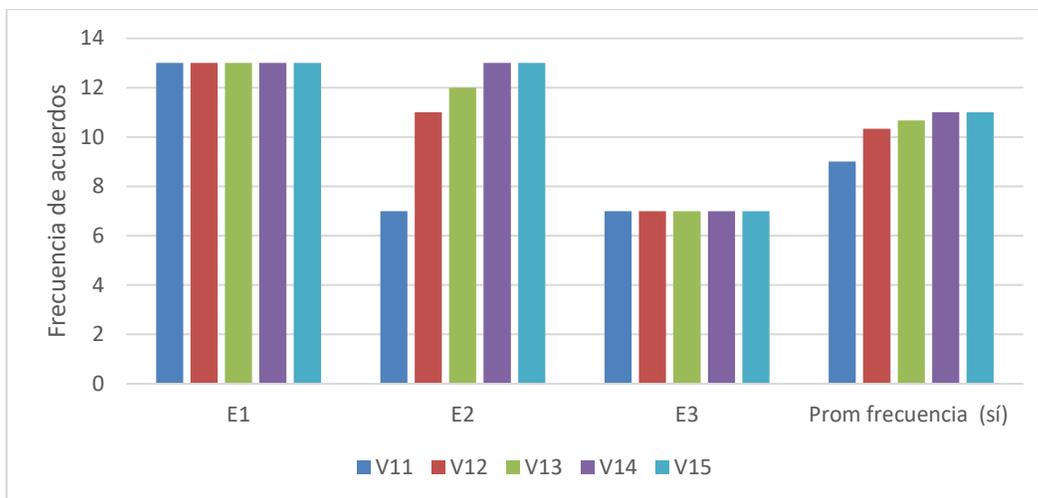


*Figura 37. Valoración de recursos digitales V9 y V8 para la temática señales y sus tipos.  
Fuente: Elaboración propia.*

La gráfica 36 muestra la valoración de dos videos (V9 y V10) relacionados con el tema "Señales y sus tipos", correspondiente al Módulo 2, "Instrumentos de medición". Las evaluaciones fueron realizadas por tres expertos (E1, E2 y E3). Se observa que el V9 es el recurso más destacado con un porcentaje de acuerdos del 82% y un promedio de frecuencia de 10.67. Esto indica que es el video que mejor cumple con los criterios establecidos para la temática.

<b>MÓDULO 2. Instrumentos de medición</b>					
<b>Tema 2. Circuitos eléctricos básicos</b>					
<b>Expertos</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>PROM frecuencia (sí)</b>	<b>%</b>
<b>Videos</b>					
V11	13	7	7	9.00	69
V12	13	11	7	10.33	79
V13	13	12	7	10.67	82
<b>V14</b>	13	13	7	11.00	<b>85</b>
<b>V15</b>	13	13	7	11.00	<b>85</b>

*Fuente: Elaboración propia.*



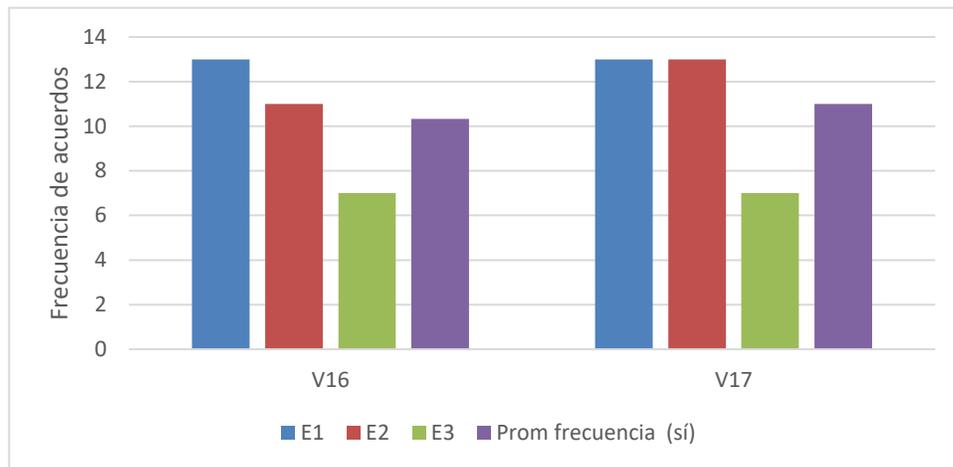
*Figura 38. Valoración de recursos digitales V11, V12, V13, V14 y V15 para la temática circuitos eléctricos básicos.*

*Fuente: Elaboración propia.*

La gráfica 37 representa la valoración de cinco videos (V11, V12, V13, V14 y V15) relacionados con el tema "Circuitos eléctricos básicos", correspondiente al Módulo 2, "Instrumentos de medición". Las evaluaciones fueron realizadas por tres expertos (E1, E2 y E3). Los videos V14 y V15 obtuvieron los mejores resultados con un promedio de frecuencia de 11.00 y un porcentaje de acuerdos del 85%. Esto indica que son los recursos más recomendados para este tema.

<b>. MÓDULO 2 . Instrumentos de medición</b>					
<b>Tema 3. Seguridad eléctrica en instrumentos electrónicos</b>					
<b>Expertos</b>	E1	E2	E3	PROM frecuencia (sí)	%
<b>Videos</b>					
V16	13	11	7	10.33	79
<b>V17</b>	13	13	7	11.00	<b>85</b>

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 39. Valoración de recursos digitales V16 y V17 para la temática seguridad eléctrica para instrumentos electrónicos.*

*Fuente: Elaboración propia.*

La gráfica 38 representa la valoración de dos videos (V16 y V17) relacionados con el tema "seguridad eléctrica para instrumentos electrónicos", correspondiente al Módulo 2, "Instrumentos de medición". Las evaluaciones fueron realizadas por tres expertos (E1, E2 y E3). El V17 obtuvo el mejor resultado con un promedio de frecuencia de 11.00 y un porcentaje de acuerdos del 85%. Esto indica que es el más recomendado para este tema.

<b>MÓDULO 3. Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos</b>					
<b>Tema 1. Sensores resistivos</b>					
<b>Expertos</b>	E1	E2	E3	PROM frecuencia (sí)	Porcentaje
<b>V18</b>	13	13	8	11.33	<b>87</b>
<b>V19</b>	13	13	8	11.33	<b>87</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

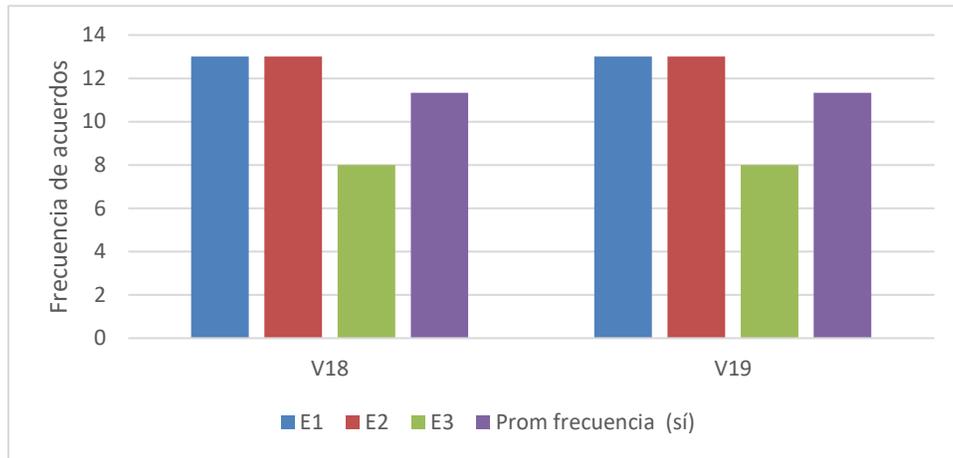


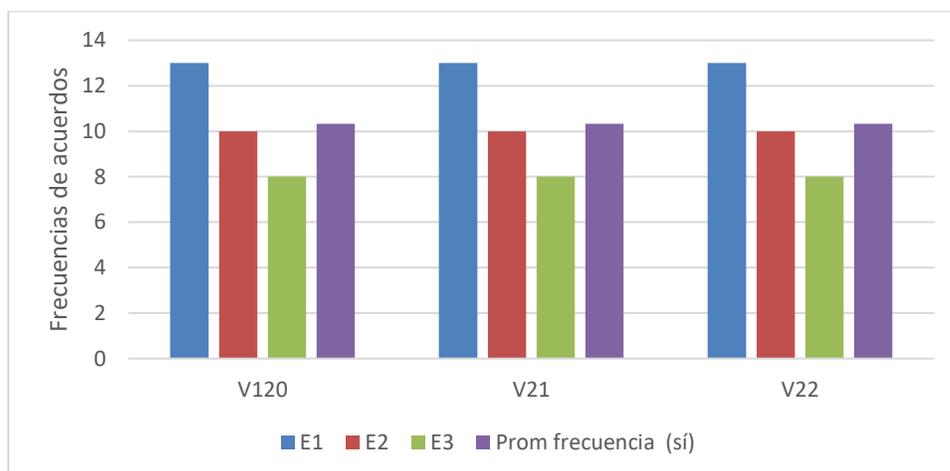
Figura 40. Valoración de recursos digitales V18 y V19 para la temática de sensores resistivos.

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 39 representa la valoración de dos videos (V18 y V19) relacionados con el tema "Sensores resistivos", correspondiente al Módulo 3, " Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos ". Las evaluaciones fueron realizadas por tres expertos (E1, E2 y E3). Los videos V18 y V19 obtuvieron los mismos resultados con un promedio de frecuencia de 11.33 y un porcentaje de acuerdos del 87%. Esto indica que ambos recursos son recomendados para este tema.

<b>MÓDULO 3. Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos</b>					
<b>Tema 2 Divisores de tensión</b>					
<b>Expertos</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>PROM frecuencia (sí)</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Videos</b>					
V120	13	10	8	10.33	79
V21	13	10	8	10.33	79
V22	13	10	8	10.33	79

Fuente: Elaboración propia.



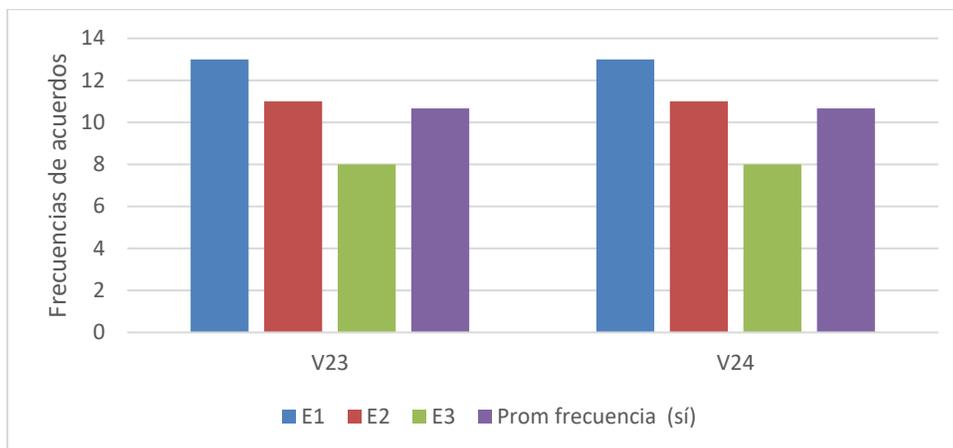
*Figura 41. Valoración de recursos digitales V20, V21 y V22 para la temática divisores de tensión.*

*Fuente: Elaboración propia.*

La gráfica 40 representa la valoración de tres videos (V20, V21 y V22) relacionados con el tema "Divisores de tensión", correspondiente al Módulo 3, " Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos ". Las evaluaciones fueron realizadas por tres expertos (E1, E2 y E3). Los videos V20, V21 y V22 obtuvieron los mismos resultados con un promedio de frecuencia de 10.33 y un porcentaje de acuerdos del 79%. Esto sugiere que los tres materiales son apropiados y recomendados para abordar este tema.

<b>MÓDULO 3. Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos</b>					
<b>Tema 3. Puente de Wheatstone</b>					
<b>Expertos</b>	E1	E2	E3	PROM frecuencia (sí)	Porcentaje
<b>Videos</b>					
V23	13	11	8	10.67	82
V24	13	11	8	10.67	82

*Fuente: Elaboración propia.*



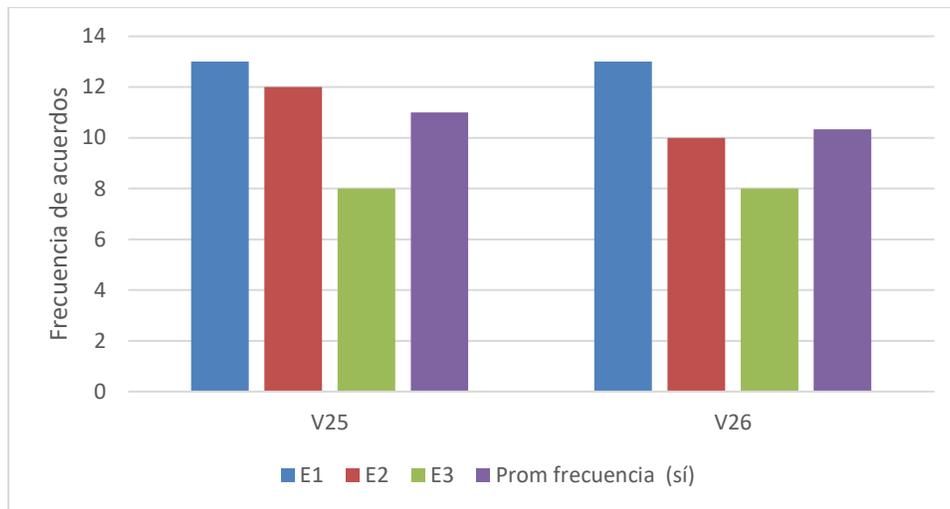
*Figura 42. Valoración de recursos digitales V23 y V24 para la temática puente de Wheatstone.*

*Fuente: Elaboración propia.*

La gráfica 41 representa la valoración de dos videos (V23 y V24) relacionados con el tema " Puente de Wheatstone ", correspondiente al Módulo 3, " Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos ". Las evaluaciones fueron realizadas por tres expertos (E1, E2 y E3). Los videos V23 y V24 obtuvieron los mismos resultados con un promedio de frecuencia de 10.67 y un porcentaje de acuerdos del 82%. Esto indica que ambos recursos son recomendados para este tema.

<b>MÓDULO 3. Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos</b>					
<b>Tema 4. Amplificadores de instrumentación</b>					
<b>Expertos</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>PROM frecuencia (sí)</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>V25</b>	13	12	8	11.00	<b>85</b>
V26	13	10	8	10.33	79

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 43. Valoración de recursos digitales V25y V26 para la temática amplificadores de instrumentación.*

*Fuente: Elaboración propia.*

La gráfica 42 representa la valoración de dos videos (V25 y V26) relacionados con el tema "Amplificadores de instrumentación", correspondiente al Módulo 3, "Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos". Las evaluaciones fueron realizadas por tres expertos (E1, E2 y E3). El V25 obtuvo el mejor resultado con un promedio de frecuencia de 11.00 y un porcentaje de acuerdos del 85%. Esto indica que es el más recomendado para este tema, mientras que el video V26 presenta una desventaja con un porcentaje de acuerdos de 79% . Esto sugiere que, presenta pequeños aspectos que podrían ser menos favorables para abordar esta temática.

#### **6.1.4. Implementación**

Esta fase corresponde a la puesta en marcha del centro virtual de aprendizaje para estudiantes de ingeniería. Se aplica la planeación, recursos y propuesta pedagógica. La implementación permite revisar la efectividad y eficacia de los elementos dispuestos en el ambiente virtual de aprendizaje (Saza et al., 2019). Para esta fase se realizó un caso de

aplicación con los y las estudiantes de ingeniería. En esta etapa se realizó la presentación de la estrategia a los y las docentes, así como a los y las estudiantes de la asignatura, resaltando los aspectos éticos de la investigación, así como el plan de aplicación y monitoreo del centro virtual de aprendizaje como estrategia tecnopedagógica cuyo objetivo, derivado del análisis de necesidades, es brindar al estudiante de MEIE un espacio autogestivo para el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica. Luego se aplicó un cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ (ver apéndice J) con el propósito de medir la satisfacción del usuario en la primera etapa de la implementación, esto permitió identificar áreas de mejora en la estrategia tecnopedagógica.

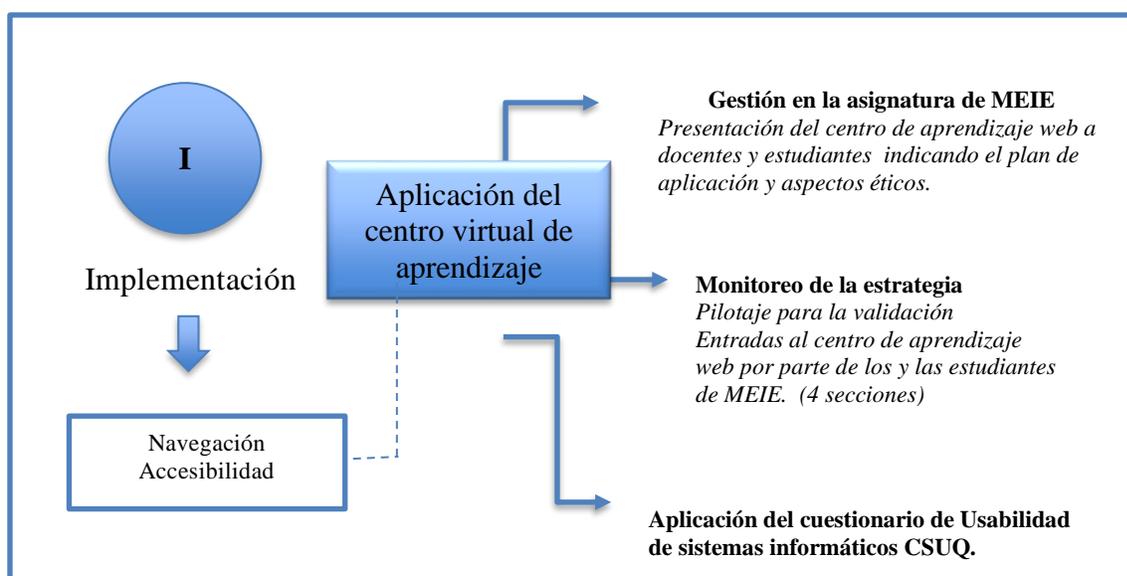


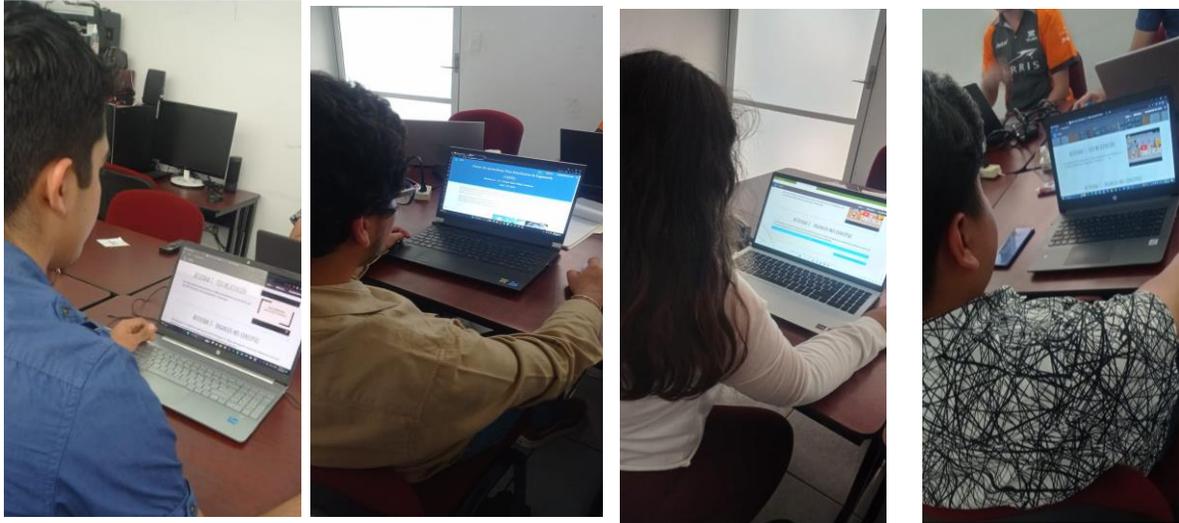
Figura 44. Etapa de implementación del centro de aprendizaje.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Plan de implementación de la estrategia tecnopedagógica.

Desarrollo del centro de aprendizaje web: Google site				
Aspectos operativos	Actividades	Recursos (soporte)	Duración	Observaciones
	Aplicación del centro de aprendizaje web a dos	Tinkercad YouTube Google Forms Canva Adobe Acrobat	3 módulos para un total de 60 minutos apróx.	Se observarán los ajustes que se deben realizar al centro de aprendizaje web. Cada módulo presenta tres actividades

Monitoreo de la estrategia	secciones de la asignatura MEIE	Google sites		<b>MÓDULO 1</b> Introducción a los sistemas de medida <b>MÓDULO 2</b> Instrumentos de medición <b>MÓDULO 3</b> Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos  <b>MACROACTIVIDADES</b> <b>Actividad 1.</b> <b>Sostengo mi atención.</b> <b>Actividad 2.</b> <b>Organizo los conceptos</b> <b>Actividad 3.</b> <b>Simulo y aprendo</b>
Gestión en la asignatura de MEIE	Presentación del centro de aprendizaje web a docentes y estudiantes.  Comunicar la identidad del sitio: CAPEI (centro de aprendizaje para estudiantes de ingeniería)  Revisión del consentimiento informado	Acceso a reunión virtual por Teams  Google drive  Google sites	1 sesión 45 minutos	Se indica que el centro es autogestivo por lo que cada estudiante realizará las entradas de forma independiente, se establecerán las condiciones de uso del centro entre estudiantes y docentes.
Implementación de la estrategia	Aplicación del centro de aprendizaje web a dos secciones de la asignatura MEIE (4 Secciones de MEIE)	Tinkercad YouTube Google Forms Canva Adobe Acrobat  Google sites	3 sesiones, consistiendo cada una en una hora presencial y una hora y media de trabajo autogestivo, con un día asignado por semana. Esto representa un tiempo total de intervención, considerando todas las etapas, de 8 horas con 15 minutos.	Cada módulo presenta tres actividades <b>MÓDULO 1</b> Introducción a los sistemas de medida <b>MÓDULO 2</b> Instrumentos de medición <b>MÓDULO 3</b> Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos  <b>MACROACTIVIDADES</b> <b>Actividad 1.</b> <i>Sostengo mi atención.</i> <b>Actividad 2.</b> <i>Organizo los conceptos</i> <b>Actividad 3.</b> <i>Simulo y aprendo</i>

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 45. Estudiantes de MEIE en la intervención de la estrategia tecnopedagógica.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 46. Captura de pantalla de la página de inicio del centro virtual de aprendizaje.  
Fuente: Elaboración propia.*

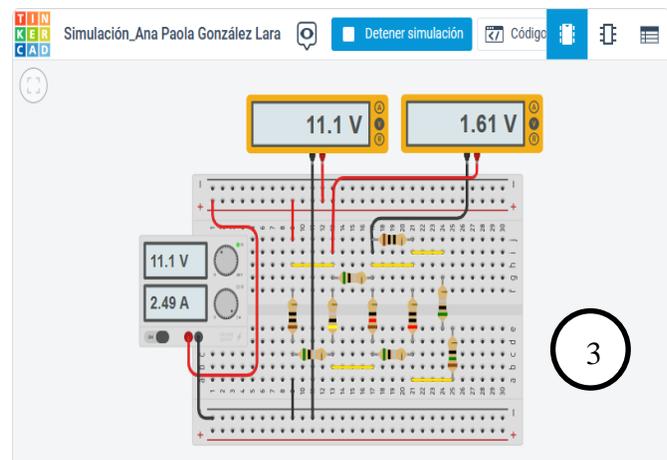
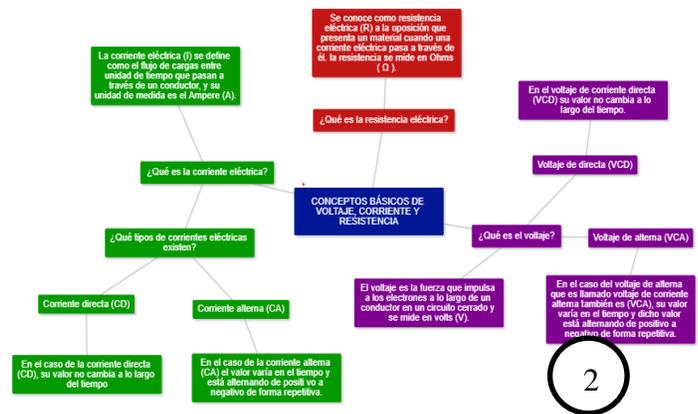


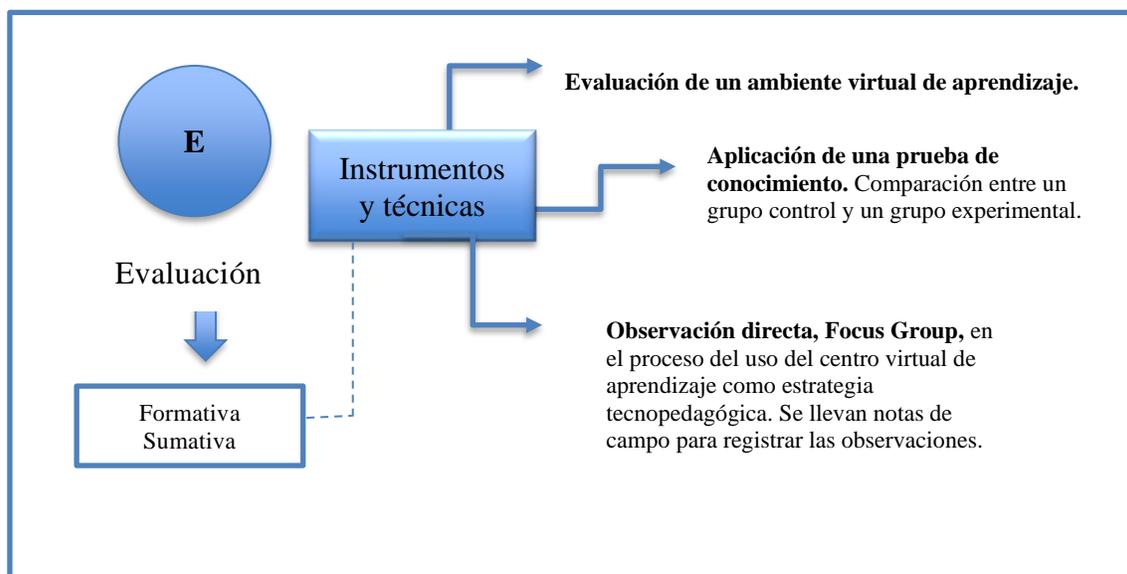
Figura 47. (1) Captura de pantalla del módulo 1- tema 1 del centro virtual de aprendizaje (2) producto de la actividad 2. Mapa conceptual generado por un estudiante (3) Producto de la actividad 3. Simulación generada por un estudiante de MEIE.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.5. Evaluación

En esta fase es necesario medir y establecer un seguimiento a las etapas anteriores con la finalidad de conocer la eficiencia y eficacia de los desempeños del estudiante y del docente. Esta etapa permite identificar qué aspectos son necesarios mejorar, reforzar o cambiar (Saza et al., 2019). En este sentido, una vez realizada la implementación de la estrategia se llevó a cabo un proceso de valoración mediante la aplicación de un Focus Group técnica orientada a conocer las opiniones de los y las estudiantes frente al uso del centro virtual de aprendizaje.

Finalmente se aplicó una prueba de conocimiento para comparar los resultados obtenidos por el grupo control y el grupo experimental después de la implementación de la estrategia tecnopedagógica con la finalidad de observar si existió un cambio a favor del aprendizaje de los contenidos conceptuales en la asignatura de MEIE.



*Figura 48. Etapa de evaluación del centro de aprendizaje.  
Fuente: Elaboración propia.*

### **Conclusiones del capítulo**

Este capítulo ofrece un enfoque estructurado para el análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación de una estrategia tecnopedagógica, en la figura 49 se muestran los elementos a considerar en la propuesta, combinando tres dimensiones clave: tecnológica, psicopedagógica e instruccional. Estas dimensiones aseguran un equilibrio entre los recursos tecnológicos, las actividades de aprendizaje y la organización de contenidos. En cuanto a la dimensión psicopedagógica, se reconoce la relevancia de los postulados de César Coll en su teoría de contenidos de aprendizaje para promover un aprendizaje centrado en el estudiante, esto quiere decir que durante el análisis inicial se consideró el contexto de aprendizaje, los

conocimientos previos de los estudiantes y el rol del docente con el objetivo de contextualizar el diseño educativo.

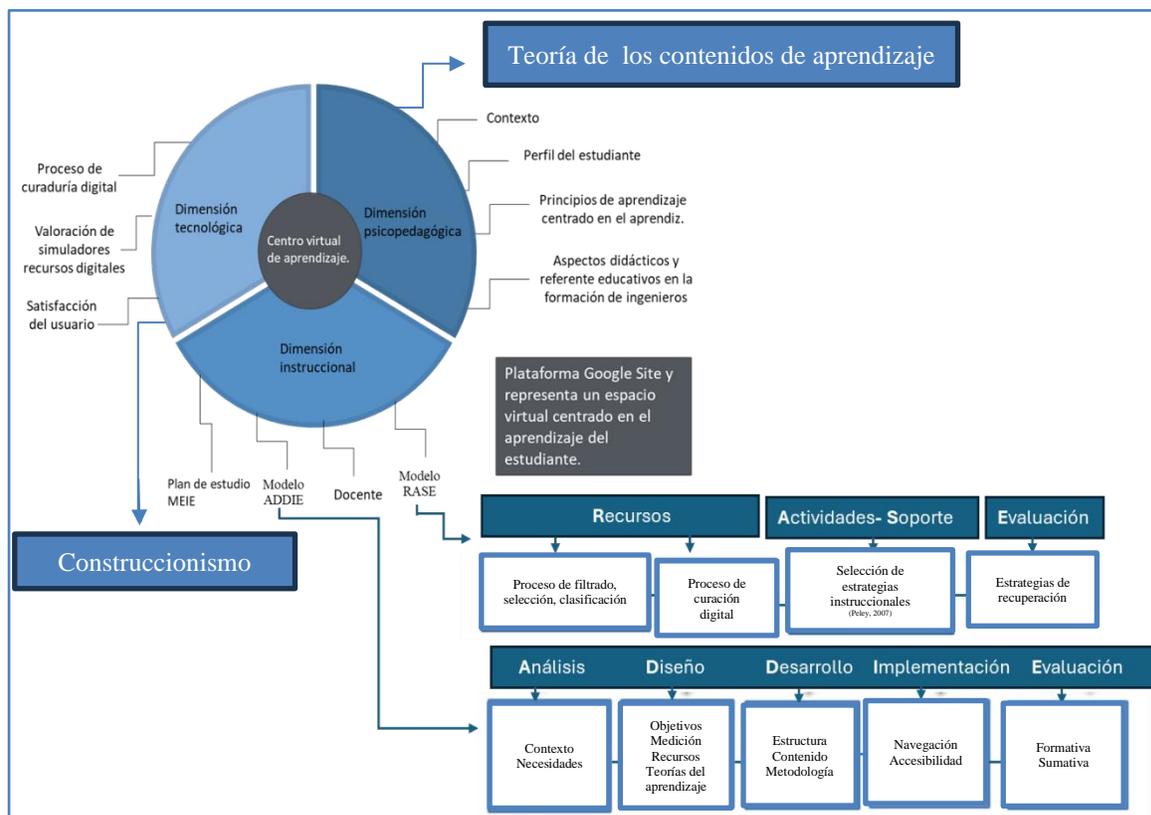


Figura 49. Elementos a considerar en la estrategia tecnopedagógica propuesta.  
Fuente: Elaboración propia.

En atención a la dimensión tecnológica la estrategia se desarrolló una plataforma de Google Sites, incorporando procesos de curación digital, así como la percepción en el uso de simuladores por parte de los y las estudiantes. Además, se incluyó un cuestionario de satisfacción de usuario para el uso e implementación de la estrategia tecnopedagógica. Finalmente, en la dimensión instruccional se trabajó con el modelo ADDIE, dividido en las fases de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Para para la elaboración de la secuencia didáctica se consideraron los elementos del modelo el modelo RASE (recursos, actividades, soporte y evaluación).

## CAPÍTULO 7. RESULTADOS

El propósito general de este estudio fue evaluar una estrategia tecnopedagógica que incidiera en el aprendizaje de conceptos de electrónica en estudiantes de Ingeniería en Energías Renovables (IER), Ingeniería en Sistemas Automotrices (ISA) y Licenciatura en Ciencias de la Electrónica (LCE), en la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación Electrónica (MEIE).

En este capítulo se presentan los resultados del estudio atendiendo a cada uno los objetivos propuestos inicialmente en la investigación. Para ello se indica la manera en la que se organiza esta sección, primero se presentan los resultados de la **fase exploratoria** para dar respuesta al **OE1**: del estudio: *conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica*, así mismo la fase exploratoria permitió atender al **OE2**: *identificación de las estrategias pedagógicas y tecnológicas empleadas por los y las docentes en la enseñanza de la electrónica*.

El análisis de esta fase exploratoria permitió dar respuesta a los primeros objetivos del estudio relacionados a las preguntas (1) ¿Cuál es la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica? y (2) ¿Qué estrategias tecnológicas y pedagógicas son aplicadas en el proceso de enseñanza por los y las docentes de electrónica?

A partir de este primer análisis surgieron categorías que permitieron reflexionar sobre el diagnóstico que constituye el análisis de necesidades para el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de un centro virtual de aprendizaje para estudiantes de ingeniería como estrategia tecnopedagógica, cuyo propósito fue brindar a los y las

estudiantes de la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica (MEIE) un espacio autogestivo para el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica. Es necesario comentar que el capítulo anterior presenta la fase de diseño y desarrollo del centro virtual de aprendizaje como estrategia tecnopedagógica lo cual responde al **OE3**: *diseñar la estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de conceptos de electrónica de los sujetos de estudio*.

Por último, se presentan resultados de la **fase de implementación y evaluación** de la estrategia tecnopedagógica respondiendo a los **OE4 y OE5** de este estudio relacionados a las preguntas principales PI1: ¿Qué contribuciones presenta la implementación de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería para aprender conceptos de electrónica? y PI2: ¿Cuál es el impacto de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería en el aprendizaje de conceptos de electrónica?, relacionadas a los supuestos e hipótesis iniciales de esta investigación.

## **7.1 Fase exploratoria de la investigación**

### **7.1.1 Percepción frente a la implementación de simuladores**

Para dar respuesta al objetivo 1 de la investigación: *Conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica*, se realizó una primera inmersión al campo con propósitos exploratorios, para ello se aplicó un instrumento de diagnóstico, el mismo consistió en un cuestionario aplicado a 74 estudiantes de la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica, el propósito fue conocer la percepción de los y las

estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos, en su proceso de aprendizaje de electrónica. Una vez obtenidas las respuestas del cuestionario, se procedió a analizar la información a partir de un proceso de categorización. En la tabla 28 se muestran las categorías, a las cuales se les asignó un código, en este sentido, el propósito fue encontrar las posibles relaciones mediante la agrupación de temáticas, construcciones de conceptos para tener una visión global de la información.

*Tabla 28. Codificación para el análisis de la información del cuestionario 1.*

<b>Codificación inductiva</b>	<b>Categorías de abstracción</b>	<b>Dimensión teórica</b>
<b>SEC:</b> simulador empleado en clases. <b>SCDC:</b> simuladores conocidos de circuitos.		Identificación del recurso tecnológico
<b>CES:</b> comparación entre simuladores.	Simuladores empleados y conocidos.	
<b>SCC:</b> simulador como complemento clases. <b>CRS:</b> contraste entre lo real y lo simulado. <b>AES:</b> agrado en el empleo de simuladores. <b>VUS:</b> ventajas en el uso del simulador.	Possibilidades de aprendizaje con el empleo del simulador.	
<b>AAS:</b> aprendizaje adquirido con el simulador.		
<b>IAC:</b> insatisfacción de actividades cooperativas. <b>TES:</b> trabajo exploratorio con el simulador.	Actividades de aprendizaje con el uso del recurso tecnológico.	
<b>ACOR:</b> actividades cooperativas a través de otros recursos.		Gestión del aprendizaje con el uso del recurso tecnológico desde la apreciación de los estudiantes
<b>SIS:</b> sentimiento de insatisfacción hacia el simulador. <b>NSL:</b> negación, simulador sustituya laboratorio real. <b>LUS:</b> limitaciones en el uso del recurso.	Desafíos del aprendizaje ante la implementación del recurso tecnológico.	
<b>NAG:</b> necesidad de aprendizaje guiado.		

*Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se establecen algunas discusiones en las que se considerarán argumentaciones específicas, determinadas en función a las respuestas generadas por los estudiantes, mostrándose un proceso de análisis por categorías.

**Categoría 1:** *Simuladores empleados y conocidos.*

Los resultados reflejan que los estudiantes identifican como simuladores más conocidos y utilizados en sus clases de electrónica a LTspice, Tinkercad, Proteus y Multisim. En este contexto, Multisim de Electronics Workbench se destaca como una herramienta capaz de simular todos los componentes e instrumentos necesarios para analizar, diseñar y verificar circuitos, reemplazando los componentes e instrumentos físicos (La Rosa Longobardi, 2018). Por su parte, Proteus es reconocido por permitir el desarrollo integral de proyectos electrónicos, abarcando desde el diseño del esquema hasta la simulación, depuración de errores y construcción de circuitos impresos (Qquea Adco, 2020).

Tinkercad, empleado con fines educativos, complementa estas herramientas al facilitar el diseño, simulación y comprobación de circuitos eléctricos o electrónicos de manera gratuita y en línea. Además, permite trabajar con placas como Arduino, que pueden ser programadas para controlar prototipos con cierto grado de inteligencia. Estas herramientas, en conjunto, muestran un panorama diverso de opciones para el aprendizaje y desarrollo de habilidades en electrónica, cada una con características y alcances específicos.

**Categoría 2:** *Posibilidades de aprendizaje con el empleo del simulador.*

Los y las estudiantes consideran que con la ayuda del simulador pueden comprender el comportamiento de cada uno de los componentes que conforman un circuito eléctrico,

además exponen que con estos objetos de aprendizaje es posible aplicar la teoría vista en clases, mencionan que una de las ventajas de trabajar con estos recursos es que si se equivocan tienen la opción de volver a realizar la práctica sin el temor de cometer algún error o dañar algún componente, además comentan que es posible corroborar soluciones teóricas a partir de la simulación, y otra ventaja que indican es el ahorro de materiales dado que al hacerlo en físico saldría más costoso, mencionan que al observar las representaciones gráficas en las simulaciones pueden visualizar como es el comportamiento de las variables que interactúan en un circuito y permiten la concreción del conocimiento, consideran que es importante cuando los simuladores presentan los componentes similares a como se ven en la realidad y no son tan esquemáticos.

En general, esta categoría permite conocer que las posibilidades de aprendizaje con el empleo del simulador hacen referencia no solo a la manera didáctica de aprender sino a la disminución de costos de materiales, a la conexión que se tiene con el mundo de la información y al aprendizaje en contexto de una situación teórica que es posible observar desde la aplicación práctica.

**Categoría 3:** *Actividades de aprendizaje con el uso del recurso tecnológico.*

En relación a lo expresado por los estudiantes, la mayoría mostró una participación activa en la exploración del simulador, es decir mostraron autoconfianza en la toma de decisiones al indagar en el uso del recurso tecnológico, sin embargo, el 23% que corresponde a 8 estudiantes mostraron insatisfacción ante las actividades cooperativas presentadas con el uso del simulador consideraban que era mejor cuando realizaban las prácticas presencialmente en espacios físicos con los instrumentos idóneos, en contraposición a esta idea el 77% que

corresponde a 27 estudiantes consideró que durante el tiempo de pandemia el uso de estos recursos tecnológicos fue indispensable para aprender entre pares académicos logrando realizar actividades en las que cada uno podía aportar, desde el mismo espacio de simulación, conocimientos para el logro de, por ejemplo la construcción de circuitos eléctricos.

**Categoría 4:** *Desafíos del aprendizaje ante la implementación del recurso tecnológico.*

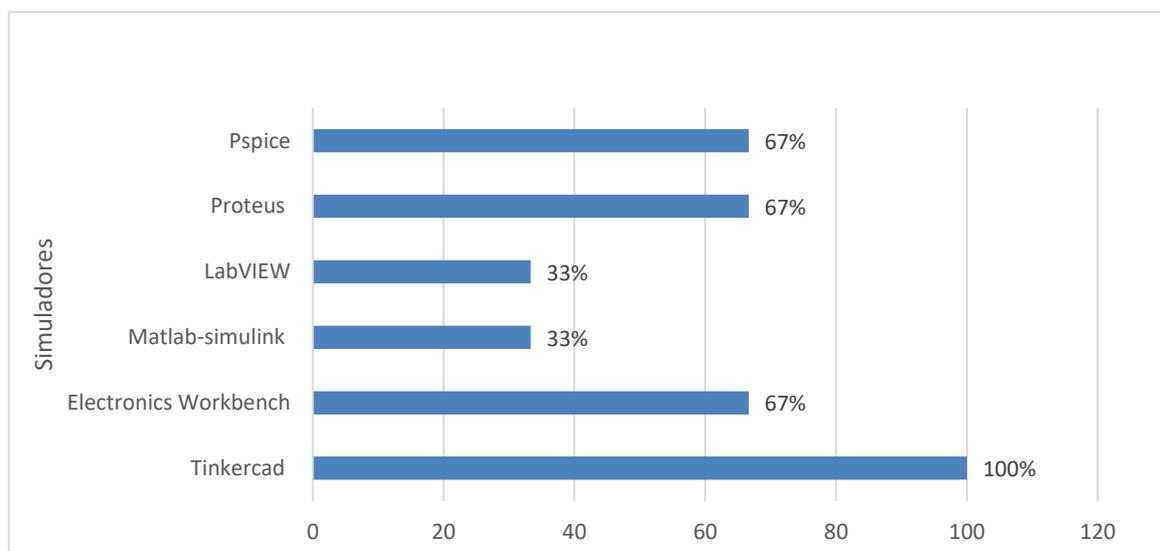
Entre los hallazgos más significativos que se observaron en esta categoría se relaciona el sentimiento de negación a la idea de que el simulador sustituya el laboratorio real. Los participantes coinciden con la idea de que hay simuladores que son más esquemáticos que otros y no muestran los elementos propios de circuitos eléctricos como se evidencian en la realidad, motivo por el cual les genera un sentimiento de insatisfacción al momento de emplear el recurso. De acuerdo con esta idea es importante reconocer el papel del docente como facilitador del aprendizaje al momento de seleccionar el simulador más idóneo para que sus estudiantes muestren motivación al emplearlo, en este sentido, este hallazgo enfatiza el hecho de que es necesario que los simuladores dirigidos a la educación tengan alto nivel de realismo, es decir que sean próximos a la realidad los elementos que se empleen.

Otro punto importante que surgió fue la necesidad del aprendizaje guiado, es decir los y las estudiantes necesitan un nivel de instrucción al momento de emplear el simulador, por lo que no solo se debe dejar que el/la estudiante explore por sí mismo/a y trabaje la intuición sino más bien es necesario el acompañamiento oportuno por parte del docente como facilitador en el aprendizaje.

Ahora bien, una vez aplicado el cuestionario exploratorio 1, el cual permitió identificar algunas categorías en cuanto a la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de los simuladores de circuitos electrónicos, se procedió a seleccionar el simulador más idóneo para ser incorporado en el centro de aprendizaje. En este sentido, con el interés de justificar el simulador más apropiado se presentan los resultados en atención a lo indicado por dos docentes de la asignatura de MEIE.

#### **A. Valoración del simulador desde la perspectiva del docente**

Ahora bien, en la estrategia tecnopedagógica que se propone uno de los recursos tecnológicos a incluir es un simulador de circuitos electrónicos. Se identificaron algunos simuladores trabajados en el área de electrónica valorados conforme a tres criterios: (1) cubre los contenidos de la asignatura (2) facilidad de uso (3) facilidad de adquisición/licencias. Para ello se solicitó la valoración del 30% de los y las docentes en electrónica para la identificación y preselección de los simuladores a emplear de acuerdo con el análisis de necesidades y contenidos de la asignatura (ver figura 50).



*Figura 50. Identificación de los simuladores en MEIE.*

*Fuente: Elaboración propia.*

De acuerdo con las valoraciones realizadas por los y las docentes (ver figura 50), desde una perspectiva centrada en la enseñanza, Tinkercad reúne el mayor porcentaje de aciertos para los tres criterios establecidos: (1) cubre los contenidos de la asignatura, (2) facilidad de uso y (3) facilidad de adquisición/licencias. Sin embargo, se consideró valorar el mismo simulador, pero desde la perspectiva del aprendizaje.

### **B. Valoración del simulador desde la perspectiva del estudiante**

Con la finalidad de valorar el simulador Tinkercad, pero ahora desde la perspectiva del estudiante, se aplicó una encuesta con el propósito de conocer la percepción de los participantes respecto al uso del simulador "Tinkercad" como recurso educativo.

*Tabla 29. Codificación de preguntas abiertas.*

<b>Código</b>	<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia de medición</b>
1	Simulador como herramienta dinámica e interactiva, cercana al mundo real.	13
2	Desarrollo de la autoconfianza en los y las estudiantes durante la creación de los circuitos.	17
3	Integración grupal y actividades colaborativas frente a la situación de pandemia mundial.	16
4	Uso del simulador como complemento en clases de electrónica.	20
5	Limitaciones frente al uso del simulador.	14

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla 29 se muestran las categorías, a las cuales se les asignó un código, en este sentido, el propósito fue encontrar las posibles relaciones mediante la agrupación de temáticas, construcciones de conceptos para tener una visión global de la información. A continuación, se establecen algunas discusiones en las que se considerarán argumentaciones específicas, determinadas en función a las respuestas generadas por los estudiantes, mostrándose un proceso de análisis por categorías.

**Categoría 1:** *Tinkercad como herramienta dinámica e interactiva cercana al mundo real.*

Los y las estudiantes a través de sus respuestas declararon el interés por el simulador “Tinkercad”, indicando que puede ser considerado como herramienta práctica y dinámica que permite visualizar los elementos de circuitos de forma didáctica, ellos mencionan, colores que llaman la atención y agradables a la vista, formas reales de los componentes y fáciles de utilizar. Además, consideran que las simulaciones son visualizadas de forma efectiva, lográndose un proceso de familiarización con los elementos del circuito lo cual brinda referencias básicas de su empleo en el laboratorio.

**Categoría 2:** *Desarrollo de autoconfianza en la creación de los circuitos.*

Los participantes coinciden en la idea, que sentían confianza en sí mismo al interactuar con el circuito simulado, dado que los errores pueden ser vistos como soluciones alternativas y alcanzables incluso menos alarmantes que en la realidad, por lo que indican que el empleo del simulador les generó autoconfianza.

**Categoría 3:** *Integración grupal y actividades colaborativas frente a la situación de pandemia mundial.*

Consideran la herramienta como un laboratorio en línea, expresan que cada uno puede realizar su práctica y hacer sus propias simulaciones y en caso de tener alguna duda es posible solventar con los mismos compañeros, con el/la profesor/a mediante pantallas compartidas y poder explicar lo que necesitan comprender, se aclaran las dudas, es posible trabajar en tiempo real con los compañeros y poder ayudarse unos con otros de forma colaborativa, es decir mediante pares académicos a partir de ideas y conocimiento compartidos. Los y las estudiantes coinciden en la idea de que el empleo de simulador, en medio de esta situación

mundial, es una herramienta de fácil alcance que permite el análisis y la comprensión de aspectos introductorios a la electrónica.

**Categoría 4:** *Uso de Tinkercad como complemento en clases de electrónica.*

Los y las estudiantes consideraron que Tinkercad es relevante desde una perspectiva empírica. Sugieren que es importante un acercamiento previo a los circuitos, interacción y análisis antes de realizar las prácticas en un laboratorio. Esto con la idea tener un conocimiento previo antes de llegar a un ambiente real. Por lo tanto, lo consideran una herramienta de refuerzo en sus procesos de aprendizajes, permitiendo un abordaje y mejor comprensión de los conceptos introductorios. A pesar de que indican algunas ventajas respecto al simulador consideran que no es posible que Tinkercad sustituya las prácticas de laboratorio en su totalidad, comentan que cada persona presenta diferentes formas de aprender (para unos la visualización de la simulación puede generar aportes para su aprendizaje pero para otros es necesaria la manipulación real de los instrumentos y elementos del laboratorio), por lo que consideran esencial la habilidad manual y la presencialidad en la construcción de los circuitos.

**Categoría 5:** *Limitaciones frente al uso del simulador.*

Las limitaciones respecto al uso del simulador fueron dirigidas en torno a fallas de la conexión, velocidad del internet, rendimiento de las computadoras, no contar con computador propio, desconocimiento inicial de ciertos elementos, por lo que requerían consultar previamente los nombres de los componentes a través de video tutoriales, comentan además como limitante, el no haber empleado alguna vez un simulador como Tinkercad.

### 7.1.2 Estrategias tecnológicas y pedagógicas en la enseñanza de la electrónica

Para indagar sobre la intervención pedagógica y tecnológica empleada en el proceso de enseñanza de electrónica en la asignatura de MEIE, y dar respuesta al OE2 del estudio: *identificar las estrategias tecnológicas y pedagógicas empleadas en la enseñanza de la electrónica*, se aplicó un cuestionario al 30% de los y las docentes de la asignatura MEIE. El diseño del instrumento fue de elaboración propia y como los ítems eran preguntas abiertas el análisis de los resultados del instrumento se realizó con técnicas cualitativas a través del análisis de contenido (ver tabla 30).

Tabla 30. Codificación para el análisis de la información del cuestionario 2.

Codificación inductiva	Categorías de abstracción	Dimensión teórica
<b>MIOM:</b> Medición en los instrumentos como osciloscopio y multímetro.		
<b>ACAA:</b> El análisis de circuitos, debido a que los alumnos y las alumnas traen un nivel bajo el álgebra y aritmética.	Contenidos de mayor complejidad	
<b>CCCE:</b> Los conceptos de corriente, conservación de la energía.		
<b>EETR:</b> Muchos ejercicios, ejemplos, y tareas relacionadas.		
<b>RCCP:</b> Relacionar conocimientos previos para mejorar la comprensión del tema <b>EPLV:</b> Explicar procesos mediante laboratorios virtuales.	Estrategias favorecen el aprendizaje en la asignatura MEIE	Intervención pedagógica
<b>FMAP:</b> falta material de apoyo.		
<b>FTHP:</b> falta de tiempo por los profesores <b>ACNC:</b> Aprendizaje en contenidos de naturaleza conceptual.	Identificación de necesidades	
<b>SMMP:</b> Spice, MATLAB, Multisim, Proteus.	Simuladores que emplea para gestionar sus clases	
<b>FMAA:</b> Los alumnos y las alumnas deben tener material de apoyo	Necesidad de incluir ejemplos y tutoriales sobre el uso del	Intervención tecnológica

---

**IISA:** Es necesario incluir para la introducción al simulador cuando no hay antecedentes de uso.

---

simulador que emplea para los contenidos temáticos que imparte

- **Dimensión teórica1:** *intervención pedagógica.*

A partir de la aplicación del cuestionario exploratorio 2 dirigido a los y las docentes se pudieron identificar los contenidos de mayor complejidad en el aprendizaje conceptual de la electrónica para la asignatura de MEIE, los cuales son : el análisis de circuitos, debido a que los alumnos y las alumnas traen un nivel bajo el álgebra y aritmética, los conceptos de corriente, conservación de la energía y corrientes de arrastre y difusión de portadores de carga en dispositivos semiconductores. Algunas de las estrategias que los y las docentes aplican en sus clases son : asignación de ejercicios, ejemplos, y tareas relacionadas, estudio basado en casos y la relación de conocimientos previos para mejorar la comprensión del tema.

- **Dimensión teórica 2:** *intervención tecnológica.*

Desde la perspectiva tecnológica refieren que los simuladores que emplean para gestionar sus clases son: Spice, Matlab, ThinkerCad, LTSpice, Proteus, Multisim y consideran que el criterio debe ser la sencillez de aplicación y didáctica en la práctica. Así mismo indicaron que los factores que determinan que un simulador se utilice o no con fines didácticos son: el objetivo de la práctica, la materia que se les va a impartir y el acceso al simulador.

En general los y las docentes coinciden que es necesario atender el aprendizaje de los contenidos conceptuales a pesar de que la materia sea procedimental, ellos comentan que es la teoría y la práctica están fuertemente vinculadas y que es necesario que el/la estudiante previamente establezca un primer abordaje a los contenidos de la práctica y se apropie de los

conceptos indican que los y las estudiantes necesitan herramientas que les apoye en el aprendizaje ya que en oportunidades existen limitaciones como el tiempo de las clases para cubrir de forma específica cada temática.

La fase exploratoria permitió identificar algunas necesidades específicamente para la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica, vinculadas con aspectos pedagógicos como: la necesidad de incorporar material de apoyo para las clases presenciales, establecer actividades para complementar lo visto en clases y la necesidad de un espacio en el que se brinde una arquitectura de aprendizaje guiado. Asimismo, en cuanto a los aspectos tecnológicos se identificó que los y las estudiantes requieren emplear simuladores menos esquemáticos y de libre acceso. Estos aspectos identificados sirvieron de soporte para el diseño, desarrollo de la estrategia tecnopedagógica.

## **7.2 Fase de implementación de la estrategia tecnopedagógica**

### **7.2.1 Resultados de la aplicación del CSUQ.**

Con el propósito de medir la satisfacción del usuario en la primera etapa de la implementación del centro virtual de aprendizaje para estudiantes de ingenierías como estrategia tecnopedagógica se realizó una segunda inmersión en el campo contando con la participación de 92 estudiantes de la asignatura MEIE, correspondiente a 4 secciones. En esta etapa de implementación se realizó la presentación de la estrategia a los y las docentes así como, a los y las estudiantes de la asignatura, resaltando los aspectos éticos de la investigación, así como el plan de aplicación y monitoreo del centro de aprendizaje web como estrategia tecnopedagógica cuyo objetivo, derivado del análisis de necesidades, fue brindar

al estudiante de MEIE un espacio autogestivo para el aprendizaje de conceptos básicos para el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica.

Una vez realizada la implementación de la estrategia se llevó a cabo un proceso de valoración mediante la aplicación de un instrumento el cual consistió en un cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ (Hedlefs et al., 2015). Los datos de participación para este cuestionario se muestran en la tabla 31.

*Tabla 31. Datos de la participación de los y las estudiantes al CSUQ.*

<b>Descripción</b>	<b>Nro.</b>	<b>%</b>
Estudiantes MEIE totales	92	100
Porcentaje de estudiantes que respondieron al cuestionario	71	77
No contestaron	21	23
<b>Dato demográfico (edad)</b>		
Edades	Nro.	%
18 años	7	9.9
19 años	34	47.9
20 años	16	22.5
21 años	8	11.3
22 años	2	2.8
23 años	1	1.4
24 años	2	2.8
25 años	1	1.4

*Fuente: Elaboración propia.*

Con la finalidad de conocer la satisfacción de los y las estudiantes como usuarios al emplear el centro virtual de aprendizaje se decidió la aplicación de este instrumento (ver apéndice J) y de esta manera valorar la calidad de la información que se presenta en la plataforma y el uso de esta por los y las estudiantes de la asignatura de MEIE como usuarios.

*Tabla 32. Resultados de la aplicación del CSUQ.*

Ítems	Escala													
	1		2		3		4		5		6		7	
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%
1. En general, estoy satisfecho con lo fácil que fue utilizar el sitio web.	0	0	1	1.4	0	0	3	4.2	9	12.7	<b>32</b>	<b>45.1</b>	<b>26</b>	<b>36.6</b>
2. Fue simple usar este sitio web.	0	0	1	1.4	0	0	4	5.6	8	11.3	<b>34</b>	<b>47.9</b>	24	33.3
3. Soy capaz de completar mi trabajo rápidamente utilizando este sitio web.	0	0	1	1.4	1	1.4	8	11.3	<b>15</b>	<b>21.1</b>	26	36.6	20	28.2
4. Me siento cómodo utilizando el sitio web.	0	0	1	1.4	1	1.4	6	8.5	9	12.7	29	40.8	<b>25</b>	<b>35.2</b>
5. Fue fácil aprender a utilizar este sitio web.	0	0	0	0	2	2.8	4	5.6	7	9.9	26	36.6	<b>32</b>	<b>45.1</b>
6. Creo que me volví experto rápidamente utilizando este sitio web.	0	0	0	0	3	4.2	12	16.9	<b>15</b>	<b>21.1</b>	23	32.4	18	25.4
7. El sitio web muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver los problemas.	2	2.8	1	1.4	4	5.6	3	12.7	<b>21</b>	<b>29.6</b>	17	23.9	17	23.9
8. Cada vez que cometo un error utilizando el sitio web, lo resuelvo fácil y rápidamente.	0	0	3	4.2	1	1.4	7	9.9	12	16.9	28	39.4	20	28.2
9. La información (como ayuda en línea, mensajes en pantalla y otra documentación) que provee este sitio web es clara.	0	0	0	0	2	2.8	4	5.6	12	16.9	24	33.8	<b>29</b>	<b>40.8</b>
10. Es fácil encontrar en el sitio web la información que necesito.	0	0	0	0	0	0	6	8.5	15	21.1	24	33.8	<b>26</b>	<b>36.6</b>
11. La información que proporciona el	0	0	0	0	3	4.2	5	7	11	15.5	<b>33</b>	<b>46.5</b>	19	26.8

sitio web fue efectiva ayudándome a completar las tareas.															
12. La organización de la información del sitio web en la pantalla fue clara.	0	0	0	0	2	2.8	6	8.5	15	21.1	<b>28</b>	<b>39.4</b>	20	28.2	
13. La interfaz del sitio web fue placentera.	0	0	0	0	2	2.8	3	4.2	18	25.4	21	29.6	<b>27</b>	<b>38</b>	
14. Me gustó utilizar el sitio web	0	0	0	0	0	0	5	7	15	21.1	21	29.6	<b>30</b>	<b>42.3</b>	
15. El sitio web tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.	0	0	0	0	2	2.8	5	7	22	31	<b>23</b>	<b>32.4</b>	<b>19</b>	26.8	
16. En general, estuve satisfecho con el sitio web.	0	0	1	1.4	0	0	4	5.6	12	16.9	<b>28</b>	<b>39.4</b>	26	36.6	

*Fuente: Elaboración propia basada en Hedlefs et al. (2015).*

1: Totalmente en desacuerdo; 2: En desacuerdo; 3: Algo en desacuerdo; 4: Indiferente; 5: Algo de acuerdo; 6: De acuerdo; 7: Totalmente de acuerdo.

En general, en la tabla 32 se observa una tendencia de los resultados a escalas mayores a 4, indicando que los porcentajes de respuestas que declaran satisfacción por el uso del centro virtual de aprendizaje son mayores al 50%, permitiendo confirmar que, la mayoría de los y las estudiantes se encuentran satisfechos con lo fácil que fue aprender a utilizar el sitio, la información que aporta la plataforma es clara, además consideran que pueden encontrar en el sitio la información que necesitan y se sienten cómodos en el uso.

El 36% de los y las estudiantes también indicaron que es fácil encontrar en el sitio web la información que necesitan, asimismo el 40.8% indica que la información (como ayuda en línea, mensajes en pantalla y otra documentación) que provee este sitio web es clara. Sin embargo, llama la atención el ítem 3 y 6 con porcentajes de 21% lo cual indica que existen algunos estudiantes que declaran que están “algo de acuerdo” en ser capaces de completar el trabajo rápidamente utilizando la plataforma y volverse expertos rápidamente utilizando el

sitio. Además, conviene resaltar el ítem 7 el que 29.6% de los y las estudiantes están “algo de acuerdo” con los mensajes de error que aparecen en el sitio para ayudarles a resolver sus problemas.

Ahora bien, es necesario también enfatizar en las respuestas que corresponden a los “desacuerdos”, dado que es un área de oportunidad para realizar mejoras a la estrategia tecnopedagógica. En ese sentido, se realizaron dos preguntas abiertas y de opinión con el fin de esclarecer y conocer un poco más a profundidad el motivo de esas respuestas que presentaban desacuerdos, esto puede corroborarse a partir de las respuestas de la pregunta 2 en la tabla 33 asociada a los aspectos de mejora de la estrategia tecnopedagógica.

*Tabla 33. Preguntas abiertas y de opinión para la valoración de la estrategia tecnopedagógica.*

1. Consideras que el centro de aprendizaje puede representar un espacio de apoyo para tus clases de la asignatura de Metrología Eléctrica e instrumentación en electrónica. ¿Por qué?				
Código	Frases literales de los participantes (Código in vivo)	Categoría	Frecuencia de medición <sup>1</sup>	Porcentaje
IPC	E14: “Sí, contiene información muy útil y completa”.	El sitio brinda información precisa, confiable, completa y contextualizada.	23	32%
	E41: “Sí, porque contiene la información que requiero”.			
	E44: “Sí porque proporciona información valiosa que es útil en el estudio de la materia”.			
	E45: “Sí, por qué puedo encontrar la gran mayoría de temas que se imparten en la materia”.			
	E51: “Sí, tiene información completa que ayuda a no perder tiempo buscando en otras fuentes”.			
EAC	E30: “Sí porque nos proporciona la información adecuada y confiable que necesitamos durante nuestro semestre de clase”	El sitio es percibido como espacio de apoyo y complemento de las clases presenciales.	41	58%
	E7: “Me ayudó a reforzar los temas vistos en clase de una forma más fácil. En especial para medir voltajes y corriente”.			
	E28: “sí, claro, ya que se especializa justo en ese tema, y está dirigido y adaptado especialmente para nuestro semestre y en base a lo que pide el docente”.			
	E17: “sí por que se refuerzan conocimientos y resulta cómodo para repasar temas que no quedaron claros”.			

**E68:** “Si por que refuerzan lo aprendido en clase e incluso complementa datos no conocidos”

<b>FCM</b>	<b>E27:</b> ”Si puede ser importante debido a que es muy práctico el usarlo, pero como todo siempre al usar por primera vez cuesta, pero este es amigable y e interactivo”.	Facilidad en el manejo del sitio.	6	9%
------------	---	-----------------------------------	---	----

*2. Alguna sugerencia para mejorar el centro de aprendizaje. ¿Cuál (es)?*

<b>Código</b>	<b>Frases literales de los participantes (Código in vivo)</b>	<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia de medición<sup>1</sup></b>	<b>Porcentaje</b>
<b>DIS</b>	<b>E14:</b> Crear más dinamismo en la página, recrear simuladores interactivos en Tinkercad estaría perfecto, para aprender cómo interactuar con los circuitos de manera práctica.	Dinamismo del sitio.	5	7.04%
<b>EFS</b>	<b>E49:</b> Que en la página principal se presenten los módulos y que tengan una pequeña descripción.	Explicación del funcionamiento del sitio.	4	5.63%
<b>AMT</b>	<b>E38:</b> Implementar nuevos temas que son de gran utilidad en la materia de metrología.	Abarcar más temas	17	23.94%
<b>PPM</b>	<b>E9:</b> Una creación de cuenta para poder guardar tu progreso.	Personalización y progreso en cada módulo	4	5.63%
<b>TEM</b>	<b>E27:</b> Diría que no hay ninguna sugerencia más que mejorar los tiempos de carga o reacción de cada apartado	Tiempo efectivo en el despliegue de los módulos	3	4.22%
<b>AAC</b>	<b>E41:</b> Que esté más optimizado para celulares <b>E47:</b> Ya que no todos cuentan con una laptop sería bueno que mejorará para teléfonos	Adaptación a celulares	2	2.81%
	<b>Observaciones</b>	<b>Frecuencia de medición<sup>1</sup></b>	<b>Porcentaje</b>	
	Ninguna sugerencia de mejora.	22	50.70%	
	No generaron respuestas	14		

<sup>1</sup>La aportación del paradigma cuantitativo radica en que los códigos pueden contabilizarse sacando la frecuencia de aparición de los códigos (Bonilla-García & López-Suárez, 2016).

Se puede observar en la tabla 33 que, para la pregunta 1: *¿Consideras que el centro de aprendizaje puede representar un espacio de apoyo para tus clases de la asignatura de Metrología Eléctrica e instrumentación en electrónica? ¿Por qué?* el 58% de los y las estudiantes percibe el centro virtual de aprendizaje como un espacio de apoyo y complemento de las clases presenciales.

Además 32% coincide que el sitio brinda información precisa, confiable, completa y contextualizada. Sin embargo, para la pregunta 2: *¿Alguna sugerencia para mejorar el centro de aprendizaje? ¿Cuál (es)?* se observa que el 23.94% de los y las estudiantes coinciden en la necesidad de abarcar más temas, así como el 7.04% muestra el interés de que el sitio presente mayor dinamismo y el 5.63% indica que es necesario la explicación del funcionamiento del sitio en la página principal, asimismo el 2.81% pide la implementación de forma óptima en los celulares. Es necesario mencionar que el 50.70% de los y las estudiantes indicaron que no tenían ninguna una sugerencia de mejora y otros no generaron respuestas.

### **7.3. Fase de evaluación de la estrategia tecnopedagógica**

Una vez realizada la implementación de la estrategia se llevó a cabo un proceso de evaluación mediante la aplicación de un Focus Group para conocer las opiniones de los y las estudiantes respecto a la estrategia tecnopedagógica, además para esta fase de valoración se aplicó una prueba objetiva cuyo propósito fue comparar los resultados obtenidos en el desempeño académico en contenidos de naturaleza conceptual en los y las estudiantes de MEIE conformados en grupos (control y experimental).

#### **7.3.1 Intervención de la estrategia tecnopedagógica mediante un Focus Group**

La intervención mediante Focus Group estuvo orientada a conocer las opiniones de los y las estudiantes frente al uso del centro virtual de aprendizaje. Se establecieron preguntas iniciales, de desarrollo y de cierre vinculadas al propósito de la intervención. Se realizó la selección de los participantes para el Focus Group, siendo seleccionados 10 personas correspondiente al grupo experimental.

Esta intervención se llevó a cabo en 3 sesiones, consistiendo cada una en una hora presencial y una hora y media de trabajo autogestivo, con un día asignado por semana. La recolección de la información para el Focus Group se realizó mediante notas de campo y el análisis de la información a partir de análisis de contenido, estableciendo códigos y categorías (ver tabla 34).

A continuación, se mencionan de forma general las sesiones de trabajo. (1) *Introductoria*: se establecieron los propósitos de la intervención, se comentó a los participantes el objetivo general del estudio, se establecieron las fechas y horario de las sesiones, así como el lugar, se indicó que el centro virtual de aprendizaje es autogestivo por lo que cada estudiantes realizarían las entradas de forma independiente, se establecieron las condiciones de uso del centro virtual (2) *Puesta en marcha*: primero se presentó el centro virtual de aprendizaje y se indicó como era la forma de trabajo con las macroactividades presentadas a partir de F.O.S (Fijo la atención, organizado mis conceptos, simulo y aprendo).

Se trabajaron los tres módulos de la estrategia tecnopedagógica: *Módulo 1: Introducción a los sistemas de medida, Módulo 2: Instrumentos de medición, Módulo 3: Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos* y, finalmente (3) la valoración general de la estrategia.

*Tabla 34. Análisis por categorías de la información generada en el Focus Group.*

Codificación inductiva	Categorías de abstracción	Dimensión teórica
ACVA: ajustes al centro virtual de aprendizaje		
MCVA: modificaciones al centro virtual de aprendizaje.		
AICV: accesibilidad al ingreso del centro virtual	Funcionalidad del recurso	
DDTC: descubrimiento por sí mismo de los desafíos al emplear el centro virtual de aprendizaje.		Uso del centro virtual de aprendizaje
AGDC: autogestionan la dificultad presentada en el centro virtual de aprendizaje.	Desafíos respecto al uso del recurso	
PACV: percepción del centro virtual de aprendizaje en un primer acercamiento.	Exploración del recurso	
CACCV: estudiantes son capaces de adquirir conocimientos por sí mismos, respecto a la implementación del recurso.	Modificación de los procesos metacognitivos	Gestión del aprendizaje
CHCC: se hacen conscientes de las habilidades cognitivas.		

*Fuente: Elaboración propia.*

- **Dimensión teórica 1.** *Uso del centro virtual de aprendizaje.*

Derivado del análisis de la información recolectada a través del Focus Group, se evidencia que el centro virtual de aprendizaje como estrategia tecnopedagógica ha sido visto por los y las estudiantes como una herramienta en la que interviene la tecnología para el apoyo de sus clases presenciales.

En este sentido, cuando se hace referencia a la dimensión teórica 1 del uso del centro virtual de aprendizaje como recurso tecnológico, se atiende el saber técnico, que con un enfoque educativo se refiere a la utilización de recursos tecnológicos con un valor pedagógico, que el docente le otorga al potenciar el aprendizaje del estudiante (Colorado Aguilar, 2014). Es de hacer notar que los y las estudiantes declaraban que no era necesario un tutorial de inicio para verificar la ubicación de los recursos dentro de la plataforma.

Comentaron que los recursos digitales que están dentro de la estrategia les ayudan a cumplir las actividades y sobre todo se ajustan a los temas vistos en sus clases presenciales. Sin embargo, coincidían que se debían atender algunos aspectos específicos de ajustes y modificaciones en términos de mejorar la visualización del centro virtual, mencionaban la incorporación de herramientas para la elaboración de los mapas conceptuales, ajustar algunos mensajes que aparecían en la plataforma de manera intermitente, los PDF debían renombrarse de acuerdo con cada tema trabajado, además declararon que a la plataforma le falta ofrecer espacios de trabajo colaborativo entre ellos.

Ahora bien, por ser el centro virtual un espacio autogestivo, en ocasiones se pueden presentar ciertos desafíos al momento de usar el espacio virtual con la intencionalidad de que el/la estudiante explore y descubra por sí mismo, identificando las causas de la dificultad permitiendo el uso de estrategias superadoras y de autogestión.

- **Dimensión teórica 2. Gestión del aprendizaje.**

Al considerar la gestión del aprendizaje, esta se concibe como los procesos que permiten la generación de decisiones y formas de explorar y comprender una compleja gama de posibilidades para aprender; esto supone una nueva forma de asumir la realidad (Acosta & Riveros, 2012). El centro virtual de aprendizaje permitió guiar el aprendizaje a partir de macroactividades llamadas por su acrónimo FOS (fijo mi atención, organizo mis conceptos, simulo y aprendo), estas actividades despertaron el interés y la motivación del estudiante, ellos argumentaban que los contenidos eran de fácil comprensión y la forma de presentación de las actividades les agradaba.

También mencionaron que la forma de accesibilidad a la plataforma era sencilla y funcionaba en cualquier equipo de cómputo, además comentaban que los módulos y los temas

contenidos estaban bien desglosados, así como los objetivos de aprendizaje de cada una de las actividades. Comentaron que, el espacio virtual es grato debido a que pueden usarlo como apoyo antes de sus clases prácticas de laboratorio. Además, mencionaron que puede ser un complemento de las clases, incluso cuando no le entienden algún contenido al profesor.

Los participantes comentaban que la información que brindan los recursos digitales incorporados a la plataforma presenta los temas que se cubren en la asignatura. Se pudo percibir que mientras los y las estudiantes avanzaban en sus actividades eran capaces de identificar y reconocer las relaciones entre diferentes fenómenos presentes en el circuito, hacer inferencias correctas, proponer ideas y deducir conclusiones. Durante la intervención se pudo observar que los y las estudiantes eran capaces de adquirir conocimientos por sí mismos, respecto al uso del espacio virtual y aunque el mismo ha sido considerado como un espacio autogestivo, al finalizar el proceso de intervención se observó que lograron familiarizarse con el centro virtual de aprendizaje, la forma en la que se movían por la plataforma era diferente que al comienzo, ubicaban todo más rápido, se percibía más seguridad y soltura en la ubicación de los de los recursos digitales que se encuentran dentro del centro virtual de aprendizaje.

Otro punto importante es que es posible que los y las estudiantes reconozcan la manera como aprenden con el centro virtual de aprendizaje y se hacen conscientes de las habilidades cognitivas (memoria, atención, percepción, creatividad y el pensamiento abstracto) que van adquiriendo, empleando la plataforma. Además, ganan autonomía y toma de conciencia como rasgos metacognitivos, las cuales se propician a partir de dar al estudiante la posibilidad de negociar los contenidos que debe aprender, utilizar adecuadamente los recursos y tomar decisiones sobre las soluciones de los problemas.

### 7.3.2 Aplicación de la prueba de conocimiento al grupo control y experimental

En esta sección se analizarán los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la prueba objetiva, para verificar el rendimiento académico en contenidos de naturaleza conceptual antes y después de la intervención, es decir de la implementación de la estrategia tecnopedagógica.

Para esta fase de valoración del centro virtual de aprendizaje como estrategia tecnopedagógica se contó con la participación de 64 estudiantes constituidos en 2 secciones ya establecidas. La prueba objetiva (ver apéndice K) fue de diseño propio y fue sometida a la valoración de 5 expertos en el área de electrónica, incluyendo a los y las docentes de la asignatura de MEIE, fue de selección simple y consistió en 35 declaraciones con una sola respuesta correcta.

Las declaraciones de la prueba objetiva se relacionaban directamente con los tres módulos presentados en la estrategia tecnopedagógica de la siguiente manera: *Módulo 1: Introducción a los sistemas de medida (ítems del 1 al 10), Módulo 2: Instrumentos de medición (ítems del 11 al 21), Módulo 3: Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos (ítems 22 al 35).*

En esta fase cuantitativa de la investigación se considera como variable independiente a la estrategia tecnopedagógica, la cual corresponde al centro virtual de aprendizaje; y la variable dependiente corresponde al desempeño académico en contenidos de naturaleza conceptual en los y las estudiantes de Metrología Eléctrica e Instrumentación e Electrónica. Ahora bien, las hipótesis sujetas a comprobación son:

$H_0$ : El diseño de una estrategia tecnopedagógica no mejora el desempeño académico de los conceptos básicos de electrónica en estudiantes de ingeniería.

H<sub>1</sub>: El diseño de una estrategia tecnopedagógica mejora el desempeño académico de los conceptos básicos de electrónica en estudiantes de ingeniería.

En este sentido, para realizar la comprobación de hipótesis fue requerido: (1) realizar el levantamiento y análisis de los datos obtenidos para la preprueba y posprueba de ambos grupos (control y experimental) y (2) una vez obtenidos los resultados de ambos grupos realizar la verificación de la normalidad de los datos. Finalmente efectuar la aplicación de la prueba t de Student para la comparación de las medias de las calificaciones. De acuerdo con lo expuesto y para dar cumplimiento al primer requerimiento vinculado al levantamiento y análisis de los datos se presentan a continuación los resultados del pretest y postest para ambos grupos de estudio.

### **Resultados de las calificaciones del Pretest y Postest**

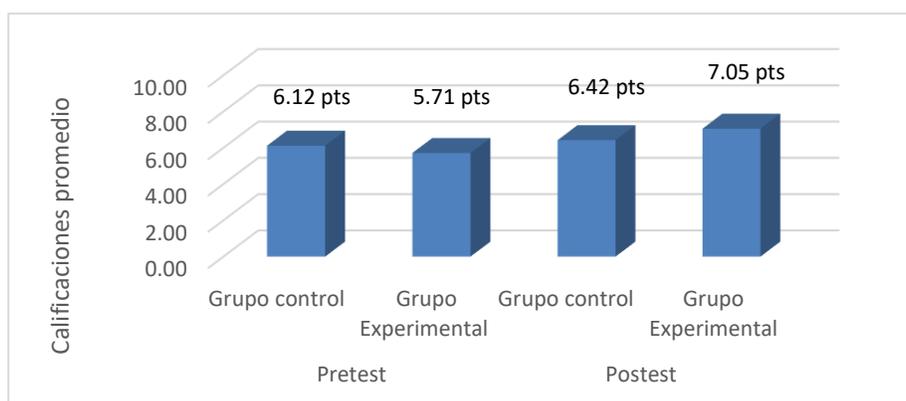
En esta sección se presentan los resultados de las calificaciones tanto del grupo control como del experimental antes y después de la implementación de la estrategia tecnopedagógica la cual abordó contenidos de naturaleza conceptual. De acuerdo con el número de respuestas correctas y para una escala del 1 al 10 se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 35. Calificaciones de los grupos control y experimental en el pretest y postest.*

Sujetos	Pretest		Postest	
	Grupo control	Grupo experimental	Grupo control	Grupo experimental
<b>1</b>	6.6	6.9	8.6	7.1
<b>2</b>	8.3	4.3	8.6	8.6
<b>3</b>	4.3	6.3	6.6	8.9
<b>4</b>	7.7	7.1	5.7	8.0
<b>5</b>	6.9	6.3	5.1	7.4
<b>6</b>	5.4	7.4	7.4	8.0
<b>7</b>	5.1	3.4	5.4	6.3
<b>8</b>	5.7	4.6	2.9	8.6
<b>9</b>	5.7	5.4	6.9	7.7

<b>10</b>	5.7	5.4	6.6	8.6
<b>11</b>	5.7	6.3	6.6	7.7
<b>12</b>	6.0	6.6	5.7	5.7
<b>13</b>	5.7	3.7	6.3	7.7
<b>14</b>	6.6	7.1	6.6	7.1
<b>15</b>	8.0	3.1	5.7	6.0
<b>16</b>	6.3	5.7	5.7	7.7
<b>17</b>	4.0	6.9	6.9	8.0
<b>18</b>	6.3	7.4	5.7	7.7
<b>19</b>	5.1	6.0	6.3	7.1
<b>20</b>	6.3	6.3	7.7	7.1
<b>21</b>	6.3	3.7	6.0	8.0
<b>22</b>	7.1	7.1	6.6	4.0
<b>23</b>	4.3	7.1	8.0	8.3
<b>24</b>	7.4	5.7	7.1	6.3
<b>25</b>	6.6	5.7	6.0	5.4
<b>26</b>	5.7	5.1	6.6	6.3
<b>27</b>	6.3	4.6	6.3	4.6
<b>28</b>	6.6	6.0	4.9	6.3
<b>29</b>	5.7	4.6	7.1	6.9
<b>30</b>	6.3	5.7	7.7	6.3
<b>31</b>	6.6	5.7	6.0	5.7
<b>32</b>	5.4	5.4	6.3	6.6
<b>Calificaciones promedio</b>	6.12	5.71	6.42	7.05

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 51. Promedio de las calificaciones del pretest y posttest para el grupo control y experimental.*

*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 51 se presenta el promedio de las calificaciones de los y las estudiantes antes y después de implementar la estrategia tecnopedagógica. Durante la aplicación de la prueba objetiva antes de la intervención (pretest), los promedios de calificaciones de los grupos control y experimental eran casi idénticos.

Sin embargo, tras aplicar la misma prueba después de la estrategia (postest), se observan mejoras significativas en comparación con los resultados del pretest. Este hecho es relevante ya que evidencia un cambio en el rendimiento de los y las estudiantes después de la implementación de la estrategia tecnopedagógica, reflejado en el aumento del promedio de calificaciones, cumpliendo así con el objetivo de la propuesta para los y las estudiantes de los primeros semestres de ingeniería, centrada en el aprendizaje de contenidos conceptuales.

### **Resultados de la Prueba de normalidad**

La aplicación de las pruebas de normalidad de los datos pretende garantizar la robustez de los análisis estadísticos. En este sentido, para realizar una comprobación de la hipótesis y tomar decisiones de cual prueba paramétrica o no paramétrica emplear es necesario primero verificar si los datos cumplen o no con una distribución normal, esta afirmación se respalda en Correa et al. 2006 (citado en Tapia & Cevallos., 2021) cuando indica que todos los test paramétricos requieren el cumplimiento de una distribución normal y la aplicación de test no paramétricos, a su vez, necesitan que las observaciones no procedan de una distribución normal.

En esta investigación se verificó el supuesto de normalidad aplicando la prueba de Shapiro- Wilk debido a que  $n \leq 50$  (Novales, 2010; citado en Tapia et al., 2021), esta prueba se emplea para contrastar normalidad cuando el tamaño de la muestra es menor a

50 observaciones. En este sentido, utilizando RStudio se realizó el contraste de las hipótesis para la prueba señalada anteriormente, considerando:

- $H_0$ : Los datos siguen una distribución normal.
- $H_1$ : Los datos no siguen una distribución normal.

Se empleó el método del *valor p* (o valor p o valor de probabilidad) es la probabilidad de obtener un valor del estadístico de prueba que sea al menos tan extremo como el que representa a los datos muestrales, suponiendo que la hipótesis nula es verdadera. La hipótesis nula se rechaza si el *valor p* es muy pequeño, tanto como 0.05 o menos (Saldaña, 2016).

Por lo tanto,

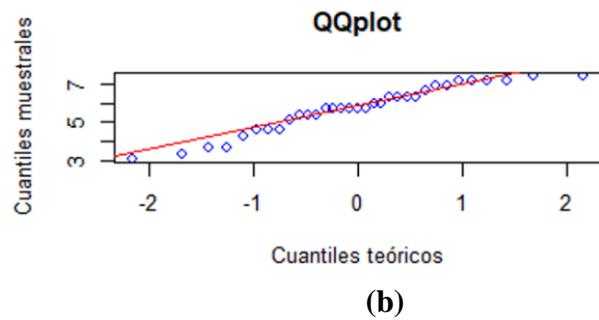
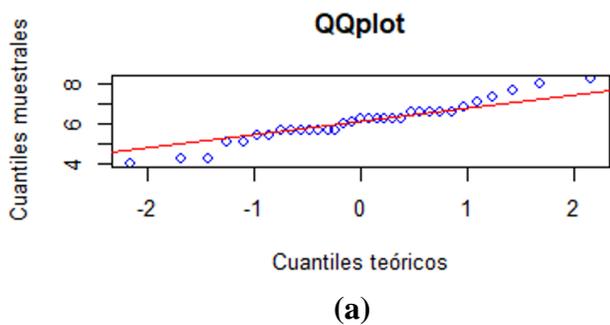
Se acepta  $H_0$ , si  $p > (\alpha)$   
 Se rechaza  $H_0$ , si  $p \leq (\alpha)$

Los valores de probabilidad aplicando la prueba de Shapiro- Wilk obtenidos con RStudio para un nivel de significación de  $\alpha=0,05$  para un intervalo de confianza al 95%, se muestran a continuación.

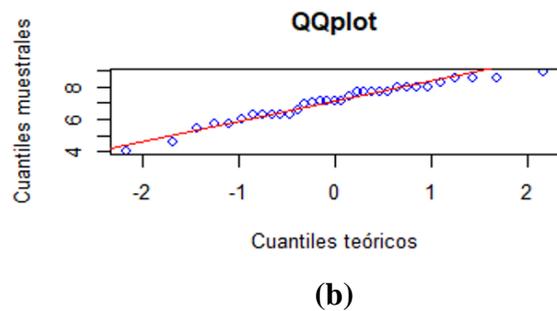
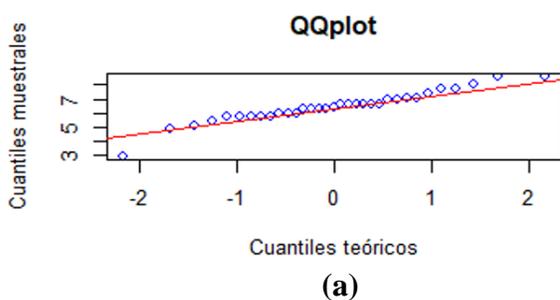
Tabla 36. Valor de probabilidad aplicando la prueba de Shapiro- Wilk.

<b>Pretest</b>	
<b>Grupos</b>	<b>p-value</b>
Control	0.43
Experimental	0.08139
<b>Postest</b>	
<b>Grupos</b>	<b>p-value</b>
Control	0.06905
Experimental	0.1936

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 52. Q-Q del pretest para (a) grupo control y (b) grupo experimental.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 53. Q-Q del posttest para (a) grupo control y (b) grupo experimental  
Fuente: Elaboración propia.*

Como se observa en la tabla 36 la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk tanto para el grupo control como para el grupo experimental aplicadas en el pretest y posttest, el  $p$ -value  $> 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis nula es decir, se verifica el supuesto de normalidad de los datos y se corrobora al observar las figuras 52 y 53, las cuales muestran gráficos Q-Q que representan los cuantiles de la distribución de una variable respecto a los cuantiles de cualquiera de las integrantes en una serie de distribuciones de contraste.

Estos gráficos se construyen con parejas de valores, donde a cada valor observado se le empareja con su valor esperado, procedente éste último de una distribución normal. Si la

muestra es extraída de una población normal ambos valores se encontrarán en la misma línea recta (Saldaña, 2016).

Se evidencia que en las figuras 52 y 53, prácticamente todos los puntos representados coinciden sobre la línea recta y, en consecuencia, podemos afirmar que los datos siguen una distribución normal (Saldaña, 2016). Por lo que es posible aplicar la prueba paramétrica t-student a este conjunto de datos para comprobar la hipótesis de la investigación.

### **Resultados de la Prueba de hipótesis de la investigación**

Para fines de la investigación se persigue en primer momento comparar las calificaciones obtenidas en el pretest de los grupos control y experimental con la finalidad de apreciar las condiciones iniciales de ambos, los cuales representan grupos independientes, establece Hurtado de Barrera (2010):” Dos grupos son independientes cuando la pertenencia de cada caso a uno de los grupos no está determinada por la pertenencia al otro grupo” (p.996).

Esta prueba de hipótesis se consideró un nivel de significación de  $\alpha=0,05$  para un intervalo de confianza al 95%. A continuación, en la tabla 37 se puede apreciar el *p-valor* calculado con RStudio permitiendo comprobar la hipótesis de la investigación, considerando:

- $H_0$ : no hay diferencia o cambio entre las medias de las calificaciones.
- $H_1$ : considera que el valor real de la media es mayor, menor o distinto del valor que establece la  $H_0$ .

Por lo tanto;

Se acepta  $H_0$ , si  $p > \alpha$   
Se rechaza  $H_0$ , si  $p \leq \alpha$

Tabla 37. *p*-valor empleando RStudio.

Pretest	
<b>p-value</b>	0.1322
Posttest	
<b>p-value</b>	0.02793

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla 37 del pretest, se nota que el *valor p* es 0.13, lo que supera el nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, se concluye que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que, antes de la intervención, no se detectan diferencias significativas en la media de las calificaciones entre el grupo control y el experimental.

Ahora bien, dado que el *valor p* es menor que el nivel de significancia  $\alpha$  (0.05), la hipótesis nula es rechazada, y se acepta la hipótesis alternativa. Esto sugiere que, en el posttest, se observaron cambios significativos entre los grupos control y experimental, lo que indica que la media de las calificaciones entre ambos grupos después de la intervención fue distinta.

## CAPÍTULO 8. DISCUSIONES

El objetivo general de la investigación fue evaluar una estrategia tecnopedagógica que incidiera en el desempeño académico de los conceptos básicos de electrónica en estudiantes de Ingeniería en Energías Renovables (IER), Ingeniería en Sistemas Automotrices (ISA) y Licenciatura en Ciencias de la Electrónica (LCE), en la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación Electrónica (MEIE), para ello se realizaron algunas etapas durante el curso del estudio. En un primer acercamiento a la asignatura de MEIE se pudo notar que los y las docentes empleaban los simuladores como recursos educativos en sus clases debido a que desde la presencialidad había escasos espacios de laboratorio y durante la pandemia el dar las clases en línea hizo que voltearan su mirada hacia este tipo de recursos digitales.

### 8.1 Fase Exploratoria

En el marco del contexto previamente expuesto, existiendo este primer interés por el uso de los simuladores como recursos tecnológicos en el área de la educación y en atención a un contexto en específico como lo fue la asignatura de MEIE surgió la necesidad de atender al **OE1:** *conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica*, como respuesta a este objetivo resultaron, luego de la aplicación de una encuesta de diseño propio aplicada a los estudiantes, cuatro categorías: *Categoría 1: Simuladores empleados y conocidos*, *Categoría 2: Posibilidades de aprendizaje con el empleo del simulador*, *Categoría 3: Actividades de aprendizaje con el uso del recurso tecnológico*.

A partir del análisis de cada categoría se pudo conocer que los simuladores más conocidos y utilizados por los y las estudiantes en las clases de electrónica eran LTspice, Tinkercad, Proteus y Multisim. Además, se logró identificar que los simuladores son

percibidos por los y las estudiantes como recursos tecnológicos que le permiten gestionar su aprendizaje generando la autoconfianza y el aprendizaje por descubrimiento, coincidiendo con lo establecido por (Díaz Pinzón, 2018). De manera similar coincidimos con Ledo et al. (2019) cuando establece que los simuladores permiten la efectividad en el trabajo en equipo, disminuye la ansiedad permitiendo una práctica segura y efectiva.

Sin embargo, otro punto importante es considerar que las posibilidades de aprendizaje con el empleo del simulador hacen referencia no solo a la manera didáctica de aprender sino a la disminución de costos de materiales, a la conexión que se tiene con el mundo de la información y al aprendizaje en contexto de una situación teórica que es posible observar desde la aplicación práctica, coincidiendo con lo que proclama (Urquidi et al., 2019) que el conocimiento es la transformación de la experiencia en una conceptualización, logrando el aprendizaje mediante un proceso de reflexión sobre la experiencia vivida.

De acuerdo con lo planteado, el simulador dota al estudiante un pensamiento práctico, generado con el fin de obtener algo concreto, asociado a fenómenos particulares principales y centrando en el significado de acciones concretas que dependen de lo factible donde tanto el/la estudiante como el docente se benefician de la realidad virtual como recurso didáctico como lo afirma Ruiz (citado en Muñoz Bedoya et al., 2020).

Ahora bien, para dar respuesta al **OE2** del estudio: *identificar las estrategias tecnológicas y pedagógicas empleadas en la enseñanza de la electrónica*, una vez aplicada la encuesta a los y las docentes surgieron dos dimensiones teóricas: *1. intervención pedagógica* y *2. intervención tecnológica*. A partir de las cuales se logró identificar los contenidos de mayor complejidad en el aprendizaje conceptual de la electrónica para la asignatura de MEIE, son: el análisis de circuitos, debido a que los

alumnos y las alumnas traen un nivel bajo el álgebra y aritmética, los conceptos de corriente, conservación de la energía y corrientes de arrastre y difusión de portadores de carga en dispositivos semiconductores. Asimismo, algunas estrategias que los y las docentes aplican en sus clases son: asignación de ejercicios, ejemplos, y tareas relacionadas, estudio basado en casos y la relación de conocimientos previos para mejorar la comprensión del tema, sin embargo de acuerdo con lo establecido por (Mejía, 2014) otra estrategia que ayuda a los y las estudiantes para obtener resultados de aprendizaje son los proyectos de trabajo de forma grupal mediante la resolución de problemas de aplicación inherentes a su carrera, después de revisados los fundamentos teóricos.

De esta manera, como lo señala (Barca, 2010, citado en Mejía, 2014) los estudiantes logran consolidar sus conocimientos, al preguntar con mayor libertad, discutir entre ellos los resultados, analizar, criticar y no solamente concentrarse en la resolución de ejercicios desarrollados mecánicamente sin un análisis previo, y sin interpretar los resultados obtenidos.

En otro orden de ideas, desde la segunda dimensión: *intervención tecnológica*, los y las docentes refieren que los simuladores que emplean para gestionar sus clases son: Spice, Matlab, ThinkerCad, LTSpice, Proteus, Multisim y consideran que el criterio debe ser la sencillez de aplicación y didáctica en la práctica. Además, señalaron que los elementos que determinan si se utiliza o no un simulador con fines educativos son: el objetivo de la práctica, la asignatura que se va a enseñar y la disponibilidad del simulador, en este sentido es válido resaltar como lo expone (Palma, 2012) que más allá del tipo de los recursos tecnológicos utilizados, es el tipo de actividad propuesta o la forma como se

articula la actividad con el contenido del curso, objetivos de aprendizaje, forma de evaluación, perfil del estudiante y contexto que se logra la un aprendizaje significativo.

En general, los profesores coinciden en que es importante abordar el aprendizaje de los conceptos a pesar de que la materia sea práctica, ellos afirman que la teoría y la práctica están estrechamente relacionadas y que es necesario que los y las estudiantes tengan un primer acercamiento en la comprensión de los contenidos conceptuales antes de empezar la práctica, estos resultados coinciden con la recomendación de Urquidi et al. (2019) en la que establece que en la educación superior es necesario incluir las simulaciones en sus procesos educativos, ya que son un puente entre la teoría y la práctica.

Durante la fase exploratoria, se encontraron algunas necesidades específicas relacionadas con la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica. Estas necesidades están vinculadas a aspectos pedagógicos, tales como la inclusión de material de apoyo para las clases presenciales, la implementación de actividades complementarias a lo enseñado en clase y la creación de un entorno que proporcione una estructura de aprendizaje guiado. En términos tecnológicos, se determinó que los y las estudiantes necesitan utilizar simuladores más interactivos y accesibles de forma gratuita. Estos aspectos identificados fueron fundamentales para el diseño y desarrollo de la estrategia tecnopedagógica.

## **8.2 Fase de Diseño**

Esta fase se fundamenta en la educación en ingeniería entendida como un proceso de interacción entre personas, (Caicedo,2014) sostiene que se trata de transferir un conocimiento respecto a un área disciplinar, pero sin olvidar el componente humano. Es decir, se debe

comprender que el proceso de enseñanza – aprendizaje debe realizarse de manera sencilla, coherente y argumentada. Conforme lo establece (Farías A. & Salinas, G, 2006, citado en Mendoza Casseres, 2014) el docente debe ser un facilitador para que el/la estudiante acompañe sus experiencias en la construcción de conocimiento de una determinada disciplina o técnica de la ingeniería.

Ahora bien, antes de la construcción de sus propios conocimientos, se requieren contextos que permitan al estudiante la definición de un problema, la recolección de datos que proyecten un modelo matemático y un procedimiento de solución. Con respecto al diseño de actividades de enseñanza-aprendizaje en temáticas de ingenierías, existen modelos como el que propone (Lund, 2012 citado en Collazos 2014), centrado en el diseño educativo instruccional, que guía al profesor/a en el diseño de las actividades formalmente.

De acuerdo con lo expuesto y en respuesta al **OE3** del estudio correspondiente al *diseño de una estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de conceptos de electrónica para la asignatura de MEIE* fue necesario la incorporación de unas macro actividades denominadas F.O.S por su acrónimo, Fijo mi atención- Organizo mis conceptos, Simulo y Aprendo.

Para este estudio la estrategia tecnopedagógica propuesta corresponde a un centro virtual de aprendizaje para estudiantes de ingeniería, en este sentido es importante resaltar lo indicado por Yot- Domínguez et al. (2015) los autores sostienen la idea de que la tecnología por sí sola no cambia el entorno de aprendizaje, esto requiere una intervención más intensa, donde la tecnología acompañada de las estrategias de enseñanza y aprendizaje no solo prioricen la adquisición de conocimiento basado en recursos digitales, sino que establezcan la apropiación del conocimiento por parte de los y las estudiantes a través de actividades de aprendizaje productivas, vivenciales y comunicativas.

Por otra parte, para el diseño y desarrollo del centro virtual de aprendizaje se utilizaron recursos digitales como el simulador Tinkercad, material en PDF, videos de cada una de las temáticas, todos estos recursos incluidos en la estrategia tecnopedagógica proporcionando a los y las estudiantes oportunidades prácticas y dinámicas para explorar conceptos, experimentar y aplicar conocimientos teóricos. Es necesario mencionar que, al integrar el plan de estudios, ejes transversales, propósitos y análisis de necesidades de la asignatura de MEIE con la pedagogía y con la tecnología fue posible constituir una estrategia tecnopedagógica en el área de ingeniería.

### **8.3 Fase de Implementación**

Con relación a los hallazgos y en respuesta al **OE4**: *Implementar la estrategia tecnopedagógica en el aprendizaje de electrónica en la asignatura MEIE para el aprendizaje de conceptos de electrónica*, se puede inferir que los y las estudiantes se sienten satisfechos con la facilidad de uso del centro virtual de aprendizaje, consideran que se sintieron cómodos al utilizar el sitio. Sin embargo, llama la atención que el 21.1% estudiantes declararon estar “algo de acuerdo” en ser capaces de completar el trabajo rápidamente utilizando la plataforma y volverse expertos rápidamente utilizando el sitio.

En general, reportaron sentirse cómodos y consideran que es fácil aprender a usar el centro virtual de aprendizaje. En cuanto a los recursos incorporados y la calidad de uso del centro de aprendizaje, indican los participantes que la información que aporta la plataforma es clara, además consideran que pueden encontrar en el sitio la información que necesitan y se sienten cómodos en el uso, aunque declaran que el centro virtual de aprendizaje no muestra los mensajes de error para ayudarles a resolver sus problemas, también consideran

que el sitio puede presentar mayor dinamismo. Generalmente, la tendencia de los resultados correspondientes a la escala ha sido mayor a 4 con porcentajes mayores al 50% lo cual indica que los participantes han mostrado satisfacción en la implementación del centro virtual de aprendizaje como estrategia tecnopedagógica.

#### **8.4 Fase de Evaluación**

En esta fase fue posible dar respuesta al **OE5** del estudio: *Contrastar las experiencias de aprendizajes tradicionales frente a las presentadas con la implementación de la estrategia tecnopedagógica empleada en la asignatura MEIE*. En primer lugar, fue posible reflexionar sobre la pregunta: ¿Qué contribuciones presenta la implementación de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería en conceptos de electrónica?. Al vincular la tecnología y la educación en ingeniería fue posible captar el interés de los estudiantes, al ofrecerles un centro virtual de aprendizaje que promoviera un enfoque hacia la construcción de contenidos de naturaleza conceptual, que finalmente les ayudará hacia un enfoque más práctico y experimental en su formación como ingenieros.

En este sentido, uno de los desafíos para el diseño y desarrollo de la estrategia fue proponer los recursos digitales más idóneos desde una intencionalidad didáctica coincidiendo indicado por (Martin Lope, 2015) cuando habla de las mediaciones didáctica como un aspecto fundamental en la enseñanza del contenido, siendo los recursos importantes para facilitar saberes de manera accesible y clara. En este sentido, se considera que los recursos digitales incorporados a las macroactividades F.O.S incluidas en la estrategia ofrecieron un entorno atractivo e interactivo que fomentó la participación de los estudiantes.

Otro punto importante como aporte de la estrategia tecnopedagógica fue la autogestión que puede desarrollar el/la estudiante en su aprendizaje, dado que, para el manejo de la estrategia se requiere un mínimo de instrucción por lo tanto, es el/la estudiante quien debe explorar y descubrir por sí mismo los recursos que se ofrecen, coincidiendo con (Ponce, 2016) quien asume que el alumno autogestivo es un promotor de sus propios aprendizajes y más que eso: un evaluador de sus procesos de apropiación, con lo que también se pone de manifiesto su capacidad metacognitiva. En teoría, se trata de un estudiante proactivo, crítico, reflexivo, organizado, exigente y colaborador.

Durante la intervención se pudo observar que los y las estudiantes eran capaces de conocer la manera como aprenden con el centro virtual de aprendizaje y hacerse conscientes de las habilidades cognitivas (memoria, atención, percepción, creatividad y el pensamiento abstracto) que van adquiriendo, empleando la plataforma, ganando autonomía y toma de conciencia como rasgos metacognitivos, los cuales se propician a partir de dar al estudiante la posibilidad de negociar los contenidos que debe aprender, utilizar adecuadamente los recursos.

Otro aporte sería la flexibilidad y accesibilidad al centro virtual de aprendizaje, respecto al acceso al material educativo lo cual permite la flexibilidad en el aprendizaje, esto debido a que los recursos digitales pueden estar disponibles cualquier momento, lo que brinda a los y las estudiantes la posibilidad de estudiar a su propio ritmo y revisar el contenido tantas veces como sea necesario. En general, la estrategia tecnopedagógica propuesta promueve un enfoque práctico, motivador y actualizado con miras a la contribución en la educación en ingeniería y en específico al área de la electrónica.

Ahora bien, para la pregunta ¿Cuál es el impacto de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería en el aprendizaje de conceptos de electrónica? fue necesario una comparación de los resultados obtenidos por los y las estudiantes que participaron en la estrategia tecnopedagógica con los que no lo hicieron, razón por la cual se estableció un grupo control y otro experimental.

El interés de la aplicación de la prueba objetiva fue verificar si después de la implementación de la estrategia tecnopedagógica surgía algún cambio en cuando al desempeño académico de los contenidos conceptuales. En este sentido, fue necesario una comparación de los resultados obtenidos por los y las estudiantes que participaron en la estrategia tecnopedagógica con los que no lo hicieron, razón por la cual se estableció un grupo control y otro experimental. Este estudio es un aporte valioso para la comunidad interesada en la educación en ingeniería, ya que detalla las etapas de un diseño instruccional específico para esta área, centrado en tres procesos cognitivos conocidos por sus siglas F.O.S (fijo mi atención, organizo mis conceptos, simulo y aprendo).

Estos tres procesos son cruciales para el aprendizaje efectivo, especialmente en áreas técnicas como la ingeniería. (1) Fijo mi atención: la atención es la puerta de entrada al aprendizaje. Concentrarse en la información relevante permite a los y las estudiantes procesar y retener los conceptos clave, lo que es esencial para construir una base sólida de conocimiento. (2) Organizo mis conceptos: la organización del conocimiento implica estructurar y relacionar la información nueva con lo que ya se conoce. Este proceso facilita la comprensión profunda y la aplicación de los conceptos en contextos variados, lo que es vital para resolver problemas complejos en ingeniería. (3) Simulo y aprendo: la

simulación permite a los y las estudiantes aplicar sus conocimientos en entornos controlados, donde pueden experimentar, analizar resultados y corregir errores.

Este proceso fortalece la comprensión de los conceptos y prepara a los y las estudiantes para enfrentar situaciones reales con mayor confianza y habilidad. En conjunto, estos procesos apoyan un aprendizaje integral, permitiendo a los y las estudiantes no solo memorizar información, sino también entenderla, organizarla y aplicarla de manera efectiva en su campo de estudio. Desde esta perspectiva como lo señala (Paz Penagos, 2014) el profesor o la profesora combina la exposición del tema con el planteamiento de un ejercicio/problema de aplicación de los conceptos, con el fin de afianzar la teoría explicada o incluso como instrumento para evaluar la comprensión de ésta. Tales actuaciones didácticas aparecen regularmente en el contexto de los temas que se trabajan en el aula y el laboratorio.

Debido a esto, las actividades realizadas por los y las estudiantes cuando resuelven problemas, principalmente en las asignaturas de los núcleos básicos de ingeniería y en menor medida en las de ingeniería aplicada, enfatizan en los procedimientos para la resolución correcta del problema. Además, conviene resaltar lo establecido por (Paz Penagos, 2012), algunas veces los y las estudiantes demuestran poco desarrollo de las habilidades para la representación gráfica, el monitoreo y control de las estrategias seguidas para su resolución, que dificultan la apropiación de conceptos y la toma de conciencia de los procesos, al menos en la medida esperada.

Sin embargo, cuando los conceptos alcanzan sus verdaderos significados conectan con los procedimientos; además ejercitan al ingeniero a acotar problemas, identificar

variables relevantes, diseñar modelos, adoptar esquemas de abordaje alternativo, tomar decisiones y analizar los alcances de los resultados obtenidos (Mitchell et al., 2010, citado en Paz Penagos, 2014) , en este sentido, aunque la asignatura que se aborda es de naturaleza práctica dado que hace énfasis en la parte experimental lo que se espera es que la estrategia tecnopedagógica incida en los contenidos conceptuales y al momento de realizar la práctica ya se hayan apropiado de estos.

### **8.5 Limitaciones del estudio**

En primer lugar, debido a que la estrategia tecnopedagógica está dirigida a un contexto educativo en específico, estudiantes de los primeros semestres de ingeniería de una asignatura correspondiente a Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica, los resultados no pueden ser generalizables, en términos de que los recursos digitales incluidos en la estrategia están organizados de acuerdo con los módulos y temáticas específicos para esta asignatura. Sin embargo, se considera que la aplicación del modelo didáctico de las macroactividades (F.O.S) es posible que pueda ser transferible para ser empleadas en otras materias del pensum de estudios en el área de ingenierías, ya que la sistematización de las actividades puede ser apropiada para incorporarlas dentro de las secuencias didácticas establecidas por los docentes. En cuanto a la fase de diseño hubo limitaciones en cuanto a los recursos humanos disponibles para el empleo de técnicas y herramientas avanzadas para el diseño y desarrollo de la estrategia. Asimismo, en la etapa de valoración, otra de las limitaciones fue el tamaño de la muestra pequeña, lo que afectó la generalización de los resultados. Se recomienda a futuras líneas de investigación ampliar el tamaño de la muestra para mejorar la generalización de los resultados que exploren la replicación del estudio en otros contextos educativos y disciplinas.

## CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones considerando cada uno de los objetivos específicos abordados en esta investigación. En primer lugar, en atención al **OE1: *conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica***, a partir de los hallazgos se subraya la importancia de la incorporación de los simuladores como recursos tecnopedagógicos en el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica ya que permiten a los y las estudiantes aplicar lo que han aprendido, conectando los conceptos teóricos con ejemplos prácticos, lo cual mejora la comprensión de los contenidos, favorece la autoconfianza, el aprendizaje por descubrimiento, les permite gestionar su aprendizaje así como la aplicación y la contextualización de los conocimientos que van adquiriendo.

En cuanto al **OE2: *identificar las estrategias pedagógicas y tecnológicas empleadas por los y las docentes en la enseñanza de la electrónica*** se logró identificar que los contenidos de mayor complejidad en el aprendizaje conceptual de la electrónica para la asignatura de MEIE, incluyen: el análisis de circuitos, los conceptos de corriente, conservación de la energía y corrientes de arrastre y difusión de portadores de carga en dispositivos semiconductores.

Entre las estrategias pedagógicas más comunes que los y las docentes aplican en sus clases están: la asignación de ejercicios prácticos, ejemplos aplicados, tareas relacionadas al refuerzo de conceptos, el estudio basado en casos y la vinculación con conocimientos previos. En cuanto a las estrategias tecnológicas se constató que los y las docentes implementan simuladores electrónicos cuando están alineados al objetivo de la práctica y la disponibilidad de este.

Respecto a las necesidades tecnológicas, se identificó que los y las estudiantes requieren simuladores más interactivos y fáciles de acceder. En el ámbito pedagógico, es fundamental contar con materiales de apoyo para las clases presenciales, realizar actividades adicionales que refuercen lo visto en clase, y desarrollar un entorno que ofrezca una estructura de aprendizaje autogestivo.

Ahora bien, respecto al **OE3**: *diseñar la estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de conceptos de electrónica de los sujetos de estudio*, se desarrolló la propuesta de una estrategia tecnopedagógica que proporcionó a los y las estudiantes oportunidades prácticas y dinámicas para explorar conceptos, experimentar y aplicar conocimientos teóricos. Es necesario mencionar que, al integrar el plan de estudios, ejes transversales, propósitos y análisis de necesidades de la asignatura de MEIE con la pedagogía y con la tecnología permitió estructurar una estrategia tecnopedagógica sólida y adecuada para la formación de los futuros ingenieros.

De acuerdo con el **OE4**: *implementar la estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de conceptos de electrónica de los sujetos de estudio*, se pudo observar que los y las estudiantes se sienten satisfechos con la facilidad de uso del centro virtual de aprendizaje, consideran que se sintieron cómodos al utilizar el sitio. Asimismo, valoraron positivamente los recursos y la calidad de la información proporcionada, resaltando que la plataforma ofrece contenido claro y accesible, lo cual les permite encontrar la información necesaria de manera eficiente. Esta implementación refuerza el potencial del centro virtual como herramienta eficaz para apoyar el aprendizaje en electrónica.

En atención al **OE5** : *Contrastar las experiencias de aprendizajes tradicionales frente a las presentadas con la implementación de la estrategia tecnopedagógica empleada en la asignatura MEIE*, para dar respuesta a este objetivo fue posible responder a la siguiente pregunta *¿Qué contribuciones presenta la implementación de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería en conceptos de electrónica?*

Este estudio contribuye al desarrollo tecnológico e innovación en los Sistemas y Ambientes Educativos debido a que brinda una metodología de diseño educativo para el desarrollo e implementación de un centro virtual de aprendizaje dirigido a estudiantes en el área ingenieril, pensada como un espacio virtual autogestivo para la incidencia en el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica.

Con este trabajo fue posible reflexionar los aportes del centro virtual de aprendizaje en el área de electrónica, tanto desde una perspectiva pedagógica como tecnológica, en este sentido al vincular la tecnología y la educación en ingeniería fue posible captar el interés de los y las estudiantes al ofrecerles un centro virtual de aprendizaje que promoviera un enfoque hacia la construcción de contenidos de naturaleza conceptual, que finalmente les ayudará hacia un enfoque más práctico y experimental en su formación como ingenieros.

En términos generales, la contribución de este estudio, a la línea de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) del DSAE centrada en el *Desarrollo Tecnológico e Innovación en los Sistemas y Ambientes Educativos*, radica en que esta investigación proporciona una metodología de diseño educativo para el desarrollo e implementación de una estrategia tecnopedagógica que fue concebida como un centro virtual de aprendizaje

dirigido a estudiantes en el área ingenieril, pensada como un espacio virtual autogestivo para la incidencia en el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica.

Ahora bien, para la pregunta *¿Cuál es el impacto de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería en el aprendizaje de conceptos de electrónica?* El diseño e implementación de la estrategia tecnopedagógica presentó un impacto significativo en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería en los conceptos básicos de electrónica dado que no solo facilitó una mejor comprensión de los contenidos conceptuales, sino que también promovió un aprendizaje más activo y centrado en el estudiante. Los resultados muestran una mejora notable en las calificaciones y en la capacidad de los y las estudiantes para aplicar conocimientos fundamentales en electrónica, lo que subraya la efectividad de la estrategia tecnopedagógica en fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos de educación superior.

A través de este estudio, de manera específica, se lograron atender aspectos como:

1. La integración de un diseño instruccional con enfoques didácticos en la formación de ingenieros, aplicando los principios de aprendizaje centrados en el estudiante.
2. La identificación y selección de recursos digitales educativos a través de procesos de curaduría de recursos digitales, incluyendo simuladores empleados en ingeniería, desde una perspectiva didáctica en la formación de ingenieros.
3. El diseño propio de una encuesta dirigida a estudiantes con el soporte teórico que atiende las dimensiones: actitudinal, pedagógica y tecnológica, contribuyendo a la educación en ingeniería con evidencias de validez y confiabilidad para fines exploratorios

4. El diseño propio de una segunda encuesta como herramienta útil para docentes de electrónica, diseñada para valorar elementos de intervención pedagógica y tecnológica en el proceso de enseñanza de electrónica, atendiendo a descriptores como: gestión del aprendizaje y uso del recurso tecnológico, especialmente en simuladores.

5. La elaboración de cartas descriptivas y secuencias didácticas a partir del modelo tecnopedagógico RASE, construidas mediante una matriz de necesidades que incorpora la perspectiva de docentes expertos, ejes transversales, competencias profesionales, contenidos temáticos, propósitos de la asignatura y cruce con la información de carácter diagnóstica.

En general, a través de este estudio se presenta un centro virtual de aprendizaje soportado en un diseño instruccional que ofrece un enfoque didáctico estructurado, apoyado en el modelo F.O.S. (Fijo mi atención, Organizo mis conceptos, Simulo y aprendo), que permite atender los procesos cognitivos de los estudiantes. Además, promueve un enfoque práctico, motivador y actualizado con miras a la contribución de la educación en ingeniería y en específico al área de la electrónica.

### **Recomendaciones para futuras investigaciones**

Para investigaciones futuras, sería pertinente explorar la aplicabilidad y eficacia del diseño instruccional basado en las macroactividades F.O.S. (fijo mi atención, organizo mis conceptos, simulo y aprendo) en otras materias del plan de estudios dentro del ámbito de las ingenierías. Sería interesante evaluar cómo este enfoque puede adaptarse y transferirse a diferentes disciplinas, considerando las características específicas de cada área de conocimiento.

Además, sería recomendable incluir ejercicios adicionales diseñados para abarcar todos los módulos del curso dentro de la plataforma, con el objetivo de reforzar el aprendizaje integral de los estudiantes. Sería pertinente que los ejercicios contemplen distintos niveles de dificultad, permitiendo a los estudiantes avanzar de manera progresiva desde actividades básicas hasta problemas más complejos. Esto facilitaría la adaptación de los estudiantes con diferentes ritmos de aprendizaje dentro de la plataforma. Asimismo, sería valioso implementar herramientas de retroalimentación automática para que los estudiantes puedan recibir indicaciones inmediatas sobre su desempeño, identificar áreas de mejora y reforzar los conocimientos en tiempo real.

Finalmente, sería recomendable incluir un enfoque comparativo para determinar si la implementación de F.O.S. genera resultados significativos en términos de rendimiento académico, motivación estudiantil y aplicación de conocimientos prácticos en contextos reales o simulados. Esto abriría nuevas líneas de investigación orientadas a la mejora continua de las estrategias pedagógicas en la educación superior.

## REFERENCIAS

- Abreu, J. L. (2012). Constructos, Variables, Dimensiones, Indicadores & Congruencia (Constructs, Variables, Dimensions, Indicators & Consistency). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 7(3), 123-130. [http://www.spentamexico.org/v7-n3/7\(3\)123-130.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n3/7(3)123-130.pdf)
- Acosta, R., & Riveros, V. (2012). Las Tecnologías de la Información y Comunicación como mediadoras en el aprendizaje de la biología. Algunas consideraciones. *Omnia*, 18(1), 25-44. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73722545002>.
- Arnau, L., & Sala, J. (2020). La revisión de la literatura científica: Pautas, procedimientos y criterios de calidad. Universidad Autónoma de Barcelona, 1–22. [https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2020/222109/revliltcie\\_a2020.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2020/222109/revliltcie_a2020.pdf)
- Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas profesión*, 5(17), 23-29.
- Babbie, E. (2000). *Fundamentos de la investigación social*. México D.F., México: Cengage Learning Editores.
- Badilla Saxe, E., & Chacón Murillo, A. (2011). Construccinismo: Objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. *Actualidades Investigativas en Educación*, 4(1). <https://doi.org/10.15517/aie.v4i1.9048>
- Bautista, P. (2011). *Proceso de la Investigación Cualitativa. Epistemología, Metodología y Aplicaciones/ Qualitative Research Process. Epistemology, Methodology and Applications*. Bogotá, Colombia: Manual Moderno.
- Bayrak, T., & Akcam, B. (2017). Understanding student perceptions of a web-based blended learning environment. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 9(4), 577-597.

- Beluce, A. C., & Oliveira, K. L. (2018). Learning Strategies Mediated by Technologies: Use and Observation of Teachers. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 28(0). <https://doi.org/10.1590/1982-4327e2809>
- Bentivenga, M., Giorgini, D., & Bombelli, E. (2019). Uso de simuladores como recurso educativo para facilitar la enseñanza y aprendizaje de las Leyes de Newton. Análisis descriptivo preliminar. *VI Jornadas Nacionales y IV Latinoamericanas*.
- Benjumea, A. (2016). La Simulación, Una Herramienta para el Aprendizaje de los Conceptos Físicos. <https://core.ac.uk/reader/79780932>
- Bonilla-García, M. Á., & López-Suárez, A. D. (2016). Ejemplificación del proceso metodológico de la teoría fundamentada. *Cinta de moebio*, (57), 305-315.
- Bower, M. (2019). Technology-mediated learning theory. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1035-1048. <https://doi.org/10.1111/bjet.12771>
- Brown, K., Larionova, V., Stepanova, N., & Lally, V. (2019). Re-imagining the Pedagogical Paradigm Within a Technology Mediated Learning Environment. *Open Education Studies*, 1(1), 138-145. <https://doi.org/10.1515/edu-2019-0009>
- Bucheli, M. G. V., Villanueva, R. S. L., & Robelo, O. G. (2018). Objetos virtuales de aprendizaje en la educación superior. *Eikasia: revista de filosofía*, 79(209), 1176-1192.
- Caicedo, N. G. (2014). La enseñanza humanizada en ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 9(18), 89-97.
- Chandra, Y. & Shang, L. (2017), "An RQDA-based constructivist methodology for qualitative research", *Qualitative Market Research*, Vol. 20 No. 1, pp. 90-112. <https://doi.org/10.1108/QMR-02-2016-0014>

- Colorado Aguilar, B. L. (2014), *Usabilidad de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la práctica educativa* (Tesis de doctorado inédita), México, Universidad Veracruzana. <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41447>
- Coll, César, (2004), “Psicología de la Educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación: Una mirada constructivista”, en *Sinéctica*, núm. 25, México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99815899016>.
- Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B., & Valls, E. (1994). *Los contenidos en la reforma: Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Santillana. ISBN 950-46-0213-4.
- Collazos, C. A. (2014). Diseñando actividades de aprendizaje colaborativo asistidas por computador. *Revista educación en ingeniería*, 9(17), 143-149.
- Chaurasia, S. (2017). An empirical investigation on factors affecting perceived learning by training through simulations. *Industrial and Commercial Training*, 49(1), 22-32. <https://doi.org/10.1108/ICT-06-2016-0038>
- Churchill, D., King, M., Webster, B., & Fox, B. (2013). Integrating learning design, interactivity, and technology. In *ASCILITE-Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education Annual Conference* (pp. 139-143). Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications.
- Curran, V., Reid, A., Reis, P., Doucet, S., Price, S., Alcock, L., & Fitzgerald, S. (2015). The use of information and communications technologies in the delivery of

- interprofessional education: A review of evaluation outcome levels. *Journal of interprofessional care*, 29(6), 541-550.
- Díaz Pinzón, J. E. (2018). Aprendizaje de las Matemáticas con el uso de Simulación. *Sophia*, 14(1), 22-30. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.519>
- Elosua, P. (2009). ¿Existe vida más allá del SPSS? Descubre R. *Psicothema*, 21(4), 652–655. <https://www.redalyc.org/pdf/727/72711895025.pdf>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.
- Espino-Román, P., Olaguez-Torres, E., Gámez-Wilson, J. A., Said, A., Davizón, Y. A., & Hernández-Santos, C. (2020). Uso de simuladores computacionales y prototipos experimentales orientados al aprendizaje de circuitos eléctricos en alumnos de educación básica. *Dyna New Technologies*, 14.
- Flores Tapia, C. A., & Flores Cevallos, K. L. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov. *Societas*, 23(2), 83–106. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9534175>
- Gallardo Echenique, E. E., & Calderon Sedano, C. A. (2017). Metodología de Investigación: manuales autoformativos interactivo. <http://repositorio.continental.edu.pe/> ISBN electrónico 78-612-4196.
- Games, S. A., Mercado, J. M., & Parra, J. A. (2012). *Dificultades en el aprendizaje de la electricidad, Un estudio en el Colegio Técnico Industrial Don Bosco Salesianos Antofagasta* (Tesis de Licenciatura), Universidad Católica del Norte.

- Gómez, J. (2020). Construcción de un Prototipo Mecatrónico y Uso de Simuladores: Alternativa para Fomentar el Aprendizaje de la Física en Estudiantes de Educación Básica. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Sinaloa. [http://repositorio.upsin.edu.mx/Fragmentos/tesinas/\\_5PN0M3L6Z\\_8736.pdf](http://repositorio.upsin.edu.mx/Fragmentos/tesinas/_5PN0M3L6Z_8736.pdf)
- García A, S & Molchanova, V. S. (2018). Inclusion of Techno-Pedagogical Model in Mathematics Teaching-Learning Process. *European Journal of Contemporary Education*, 7(3). <https://doi.org/10.13187/ejced.2018.3.465>
- Grenon, V., Lafleur, F., & Samson, G. (2019). Developing the techno-pedagogical skills of online university instructors. *International Journal of E-Learning & Distance Education/Revue internationale e-learning et la formation à distance*, 34(2).
- Hedlefs, A. M. I., de la Garza, G. A., Sánchez, M. M. P., & Garza, V. A. A. (2015). Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ. *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, 4(8).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Méndez Valencia, S., & Mendoza Torres, C. P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education
- Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia*. Caracas, Venezuela: Quirón Ediciones.
- Hyrkäs, K., Appelqvist-Schmidlechner, K., & Oksa, L. (2003). Validating an instrument for clinical supervision using an expert panel. *International Journal of nursing studies*, 40(6), 619-625.
- Islas Torre, C. (2016). La implicación del docente en los ambientes educativos mediados por tecnologías / Involvement of the teacher in technology-mediated educational

environments. *Vivat Academia*, (136), 68–81.

<https://doi.org/10.15178/va.2016.136.68-81>

Jamil, M. G., & Isiaq, S. O. (2019). Teaching technology with technology: Approaches to bridging learning and teaching gaps in simulation-based programming education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 25. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0159-9>

Juárez Popoca, D., Torres Gastelú, C. A., & Herrera Díaz, L. E. (2017). Las posibilidades educativas de la curación de contenidos: una revisión de literatura. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 9(2), 116-131.

Katayama, O. J. R (2014). Introducción a la Investigación cualitativa. Fondo Editorial de la universidad Inca Garcilaso de La Vega 128.

Khan, F. A., Akbar, A., Altaf, M., Tanoli, S. A. K., & Ahmad, A. (2019). Automatic Student Modelling for Detection of Learning Styles and Affective States in Web Based Learning Management Systems. *IEEE Access*, 7, 128242-128262. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2937178>

Khine, M. S., Afari, E., & Ali, N. (2019). Investigating technological pedagogical content knowledge competencies among trainee teachers in the context of ICT course. *Alberta Journal of Educational Research*, 65(1), 22-36.

Kumpulainen, K., & Rajala, A. (2017). Negotiating time-space contexts in students' technology-mediated interaction during a collaborative learning activity. *International Journal of Educational Research*, 84, 90-99. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.05.002>

- La Rosa Longobardi, C. J. (2018). *Aplicación del Simulador Electronics Workbench en el aprendizaje de taller de electrónica básica en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur 2014* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Ledo, M. J. V., Martínez, R. A., Monteagudo, M. A. R., & Bravo, J. A. M. (2019). Simuladores como medios de enseñanza. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 33(4), 37-49.
- Londoño, O. L., Maldonado, L. F., & Calderón, L. C. (2016). *Guía para construir estados del arte* (International Corporation of Network of Knowledge). <https://iconk.org/docs/guiaea.pdf>
- Martín Arribas. (2004), "Diseño y validación de cuestionarios," *Matronas profesión*, 5 (17), 23-29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6125935>
- Martín Lope, M. M. (2015). Un modelo de medida de competencias en la universidad: la evaluación de los resultados de aprendizaje (Tesis Doctoral). Madrid, España: Universidad Rey Juan Carlos.
- Marín, A. C. M., López, R. R., & Amaya, P. C. P. (2018). Validación por expertos de un instrumento para la identificación de habilidades y competencias de un profesional en el área de logística. *Cultura Científica y Tecnológica*, (63).
- Mendoza Casseres, D. A., Barros Sanguino, D. M., Maurello Moya, M. D. P., Castillo Salcedo, V., & Díaz Donado, W. (2014). Aplicación de una didáctica de contexto antes del autoaprendizaje de cadenas de Markov para estudiantes de

ingeniería. *Revista Educación En Ingeniería*, 9(17), 66–76.  
<https://doi.org/10.26507/rei.v9n17.423>

McGartland, D., Berg, M., Tebb, S., Lee, E. & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social Work Research*, 27 (2), 94-104.  
<https://academic.oup.com/swr/articleabstract/27/2/94/165907>

Meléndez, R. (2013). *Educación del siglo XXI mediada por las nuevas tecnologías de la información y comunicación. ¿Qué cambios son necesarios?* Eduweb, volumen 7 (2), 135-144. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/eduweb/index.htm>

Mejía, G. A. (2014). Influencia de los dominios conceptuales en las competencias académicas: área de matemáticas para ingenierías. *Revista Educación en Ingeniería*, 9(18), 74-88.

Montoya, P. A. (2017). *El desarrollo del pensamiento científico a través de la integración de ambientes de aprendizaje mediados por las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de la física* [Universidad de La Sabana].  
<https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/30173?show=full>

Mor, E., Domingo, M. G., & Galofré, M. (2007). Diseño Centrado en el Usuario en Entornos Virtuales de Aprendizaje, de la Usabilidad a la Experiencia del Estudiante. In *SPDECE*.

Muñoz Bedoya, J. M., & Navas Soria, E. A. (2020). Simulador de circuitos eléctricos como herramienta de autoevaluación para el estudiante de Ingeniería y/o Tecnología en Electricidad.

- Ñaupas Paitán, H. (2014). *Metodología de la investigación: Cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U.
- Okoli, C. (2015). A Guide to Conducting a Standalone Systematic Literature Review. *Communications of the Association for Information Systems*, 37. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.03743>
- Palma, K. L. S. (2012). Influencia que Ejercen las Estrategias Tecnopedagógicas sobre el Aprendizaje Significativo de los Estudiantes Inscritos en Cursos Virtuales del Programa de Administración de Empresas en Institución de Educación Superior Abierta y A Distancia-Edición Única.
- Papanikolaou, K., Makri, K., & Roussos, P. (2017). Learning design as a vehicle for developing TPACK in blended teacher training on technology enhanced learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0072-z>
- Paz Penagos, H. (2014). Aprendizaje autónomo y estilo cognitivo: diseño didáctico, metodología y evaluación *Revista Educación en Ingeniería*, vol. 9 (17), 53-65. <https://doi.org/10.26507/rei.v9n17.421>
- Paz Penagos, H. (2012). Análisis comparado de las tendencias didácticas basadas en resolución de problemas en ingeniería. *Argos*, 29(57), 126–149. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0254-16372012000200007&lng=pt&nrm=iso](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0254-16372012000200007&lng=pt&nrm=iso)
- Peña-Calero, I. P. B. N. (2018) Software libre R: posibilidades y ventajas en el análisis de datos en psicología.

- Peley, R., Morillo, R., & Castro, E. (2007). Las estrategias instruccionales y el logro de aprendizajes significativos. *Omnia*, 13(2), 56-75.
- Pirro, A. L. (2019). Ambientes virtuales de enseñanza y aprendizaje. El uso de simuladores. *e-tramas*, (3), 65-80.
- Ponce, M. E. P. (2016). La autogestión para el aprendizaje en estudiantes de ambientes mediados por tecnología. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 7(12), 1-23.
- Pueyo Vinader, G. (2016). Proyecto para la creación de un paquete en R para el análisis de datos basados en el paquete RQDA (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Quijada, V., & García, M. (2015). El Aula invertida y otras estrategias con uso de TIC. Experiencia de aprendizaje con docentes. XXX Simposio Internacional de TIC En Educación. SOMECE 2015.
- Quea Adco, X. A. (2020). *Utilización de un simulador como complemento para el aprendizaje en el curso de circuitos y mediciones eléctricas I de la carrera de Electrotecnia Industrial en Senati Arequipa, 2019* (Tesis de licenciatura). Senati Arequipa.
- Ramírez, L. N. R., & Montoya, M. S. R. (2018). El papel de las estrategias innovadoras en educación superior: retos en las sociedades del conocimiento. *Revista de pedagogía*, 39(104), 147-170.
- Robles Pastor, B. F. (2018). Índice de validez de contenido: Coeficiente V de Aiken. *Pueblo Continente*, 29(1), 193–197.
- <https://journal.upao.edu.pe/index.php/PuebloContinente/article/view/991>

- Rödiger, S., Friedrichsmeier, T., Kapat, P., & Michalke, M. (2012). RKWard: A Comprehensive Graphical User Interface and Integrated Development Environment for Statistical Analysis with R. *Journal of Statistical Software*, 49(9).  
<https://doi.org/10.18637/jss.v049.i09>
- Rooney, D., & Nyström, S. (2018). Simulation: A complex pedagogical space. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(6). <https://doi.org/10.14742/ajet.4470>
- Ruiz C. (2002) *Instrumentos de investigación educativa. Procedimientos para su diseño y validación*. 2ª ed., Venezuela: CIDEG.
- Ruiz, M., & López, E. (2009). El entorno estadístico R: ventajas de su uso en la docencia y la investigación. *Revista Española de Pedagogía*, 243, 255–274.
- Ruiz, R. H., Juárez, M. D. R. I. P., & Morales, E. A. (2016). Gestión del aprendizaje: referente innovador para la formación de académicos en la Universidad Veracruzana. In II Congreso Internacional de Educación Superior. La formación por competencias (pp. 29-31).
- Ruiz-Ruano, A., & Puga, J. (2016). R como entorno para el análisis estadístico en evaluación psicológica. *Papeles Del Psicólogo*, 37(1), 74–79.
- Rutten, N., van der Veen, J. T., & van Joolingen, W. R. (2015). Inquiry-Based Whole-Class Teaching with Computer Simulations in Physics. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1225-1245. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1029033>
- Saldaña, M. R. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del trabajo*, 6(3), 114.

- Saldarriaga, G. E., Lasso, M. A. M., Sánchez, E. R. V., Badilla-Saxe, E., Quinn, M., Alzati, E. C., & Solórzano, C. M. V. (2020). *Constructores de conocimiento: Papert y su visión* (Vol. 1). Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet.
- Sansone, N., Cesareni, D., Bortolotti, I., & Buglass, S. (2019). Teaching technology-mediated collaborative learning for trainee teachers. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(3), 381-394. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1623070>
- Saza, I., Mora, D. & Agudelo, M. (2019). El diseño instruccional ADDIE en la facultad de ingeniería de UNIMINUTO. *Hamut'ay*, 6(3), 126-137. <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v6i3.1851>
- Sellberg, C. (2017). Representing and enacting movement: The body as an instructional resource in a simulator-based environment. *Education and Information Technologies*, 22(5), 2311-2332. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9546-1>
- Sucozhañay Calle, M. V. (2020). *Procesos de intervención en niños con trastorno del espectro autista: revisión sistemática de la literatura* (Master's thesis, Universidad del Azuay).
- Swe, M., Afari, E., & Ali, N. (2019). *Investigating Technological Pedagogical Content Knowledge Competencies among Trainee Teachers in the Context of ICT Course*. 65(1).
- Tapia, C. E. F., & Cevallos, K. L. F. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos:: Anderson-darling, ryan-joiner, shapiro-wilk y kolmogórov-smirnov. *Societas*, 23(2), 83-106.
- Tigse Parreño, C. M. (2019). *El constructivismo, según bases teóricas de César Coll*. *Revista Andina de Educación*. <https://doi.org/10.32719/26312816.2019.2.1.4>

- Teliz, E. G. (2017). IDEA: transformaciones de un modelo para la gestión tecnopedagógica  
idea: transformations of a model for techno-pedagogical management. *S.A*, 24, 25.
- Téllez, N. R., Bautista, R. B., & Rodríguez, M. S. (2019). Generación de evidencias de  
aprendizaje matemático y competencias profesionales mediadas por una estrategia  
tecnopedagógica. *ANFEI Digital*, (11).
- Torres Argomendo, L. (2018). Uso de simuladores y su incidencia en las habilidades para  
resolver problemas de redes de datos de los estudiantes de una Institución de  
Educación Superior de Lima. *Universidad César Vallejo, Escuela de Posgrado.  
Lima. [https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500, 12692, 18368](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692.18368)*
- Uğur, S. A. R. I., Duygu, E., ŞEN, Ö. F., & Kirindi, T. (2020). The effects of STEM education  
on scientific process skills and STEM awareness in simulation based inquiry learning  
environment. *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 387-405.
- Umaña-Mata, A. C. (2020). Educación superior en tiempos de COVID-19: oportunidades y  
retos de la educación a distancia. *Revista Innovaciones Educativas*, 22, 36-49.
- UNESCO. (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TIC en educación en América Latina y el  
Caribe*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. ISBN 978-  
92-3-001220-5. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000223036>.
- Urquidi-Martín, A., Tamarit-Aznar, C., & Sánchez-García, J. (2019). Determinants of the  
Effectiveness of Using Renewable Resource Management-Based Simulations in the  
Development of Critical Thinking: An Application of the Experiential Learning  
Theory. *Sustainability*, 11(19), 5469. <https://doi.org/10.3390/su11195469>

- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511.
- Uyanah, U. I. Nsikhe, D.A (2023)The theoretical and empirical equivalence of Cronbach alpha and Kuder-Richardson formular-20 reliability coefficients, *International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology*, 7(5), 17. <https://doi.org/10.47001/IRJIET/2023.705003>
- Vargas, N. A., Niño Vega, J. A., & Fernández Morales, F. H. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por TIC para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Revista Boletín Redipe*, 9(3), 167-180. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i3.943>
- Vargas Merino, J. A., & Huamán Cárdenas, A. N. (2021). Desarrollo de la responsabilidad social en empresas de Latinoamérica: Una revisión sistemática entre los años 2010 - 2020. *Newman Business Review*, 7(1), 04–25. <https://doi.org/10.22451/3006.nbr2021.vol7.1.10055>
- Velasco, J. (2016). El aprendizaje de conceptos en termodinámica mediado por simulaciones computacionales: ¿cómo y cuándo? *Revista de Enseñanza de la Física*, 28, 329-333.
- Wang, S., Zhang, K., Du, M., & Wang, Z. (2018). Development and measurement validity of an instrument for the impact of technology-mediated learning on learning processes. *Computers & Education*, 121, 131-142.
- Yot- Domínguez, C., Marcelo, C., & Mayor, C. (2015). Enseñar con tecnologías digitales en la Universidad. *Comunicar*, 22, 113-121. <https://doi.org/10.3916/C44-2015-12>

## Apéndice A. Temario de la asignatura MEIE

<b>Unidad de aprendizaje 1. Introducción a los sistemas de medidas.</b>
<i>1.1 Conceptos generales y terminología</i>
<i>1.2 Componentes generales de un sistema</i>
<b><i>1.3 Clasificación de los instrumentos electrónicos: analógicos y digitales</i></b>
<b><i>1.4 Unidades y patrones</i></b>
<b><i>1.5 Características estáticas de los sistemas de medida</i></b>
<i>1.6 Características dinámicas de los sistemas de medida</i>
<i>1.7 Normalización y Trazabilidad</i>
<i>1.8 Clase de un instrumento, contraste y alcance de un instrumento</i>
<i>1.9 Calibrado y técnicas para calibrar instrumentos de medición</i>
<b>Unidad de aprendizaje 2. Instrumentos de medición</b>
<b><i>2.1 Señales y sus tipos</i></b>
<b><i>2.2 Circuitos eléctricos básicos</i></b>
<b><i>2.3 Seguridad eléctrica en instrumentos electrónicos</i></b>
<i>2.4 Mediciones de alto voltaje CAT I, CAT II, CAT III</i>
<i>2.5 Mediciones de aislamiento</i>
<i>2.6 Funcionamiento y clasificación de las fuentes de alimentación</i>
<i>2.7 Instrumentos de lectura o indicación</i>
<i>2.8 Generadores y sintetizadores de señal</i>
<b>Unidad de aprendizaje 3. Sensores</b>
<i>3.1 Sensores primarios</i>
<b><i>3.2 Sensores resistivos</i></b>
<i>3.3 Sensores de reactancia variable y electromagnética</i>
<i>3.4 Sensores generadores</i>
<b>Unidad de aprendizaje 4. Introducción a los sistemas de medidas</b>
<b><i>4.1. Divisores de tensión</i></b>
<b><i>4.2. Puente de Wheatstone</i></b>
<b><i>4.3. Amplificadores de instrumentación</i></b>
<i>4.4 Interferencias</i>

*Nota: Se han destacado los temas en los que se ha empleado el simulador Tinkercad.*

*Fuente: Planeación didáctica de la asignatura MEIE.*

## Apéndice B. Glosario de términos

A continuación, se presentan algunos términos involucrados en la presente investigación

- **Ambientes de aprendizaje constructivistas:** permiten que el alumno construya su conocimiento con ayuda de la interacción social, así como de la exploración y la consideración de múltiples perspectivas (Churchill et al., 2013).
- **Aprendizaje comprometido:** consiste en lograr que los estudiantes sean más activos en su propio aprendizaje y en el uso de la propia tecnología (Churchill et al., 2013).
- **Ambientes de aprendizaje mediados por tecnología:** se caracterizan porque los componentes tecnológicos deben ir más allá de ser el medio para la transmisión de conocimientos del instructor a los estudiantes (Churchill et al., 2013).
- **Ambientes de aprendizaje interactivos:** propician el uso de los recursos, actividades y soporte disponible con un fin específico (Churchill et al., 2013).
- **Contenidos de aprendizaje:** son el conjunto de saberes relacionados con lo cultural, lo social, lo político, lo económico, lo científico, lo tecnológico, que conforman las distintas áreas académicas y asignaturas, cuya asimilación y apropiación por los alumnos es considerada esencial para su desarrollo y socialización. Lo más importante es que los alumnos puedan construir significados y atribuir sentido a lo que aprenden (Coll, 2004).
- **Contenidos actitudinales:** constituyen los valores, normas, creencias y actitudes conducentes al equilibrio personal y a la convivencia social, por lo tanto, la actitud es considerada como una propiedad individual que define el comportamiento humano y se relaciona directamente con el ser (Coll, 2004).

- **Contenidos conceptuales:** es el saber qué y está vinculado a la competencia referida al conocimiento de datos (información, hechos, sucesos, acontecimientos) y conceptos (Coll, 2004).
- **Contenidos procedimentales:** deriva de su carácter de "saber hacer", en los contenidos procedimentales están implicados los contenidos teóricos que se deben aprender. Así, el estudiante deberá adquirir un conocimiento de los contenidos conceptuales asociados al contenido procedimental (Coll, 2004).
- **Diferenciación conceptual:** se refiere a que el proceso de enseñanza de la electricidad debe fundamentarse en el aprendizaje de los conocimientos teóricos básicos, Moscoso (citado en Games et al., 2012).
- **Diseño instruccional:** es el proceso sistemático y reflexivo de traducir los principios de aprendizaje e instrucción en planes para materiales de instrucción, actividades, recursos de información y evaluación Smith y Ragan (citado en Brown et al., 2019). Consiste en un proceso planificado y estructurado que busca facilitar el aprendizaje. Se caracteriza por estar orientado a objetivos claros y medibles, alineados con las necesidades educativas para diseñar experiencias que promuevan la comprensión y aplicación práctica de lo aprendido.
- **Estrategia tecnopedagógica:** es un conjunto de métodos, técnicas y recursos que integran herramientas tecnológicas con enfoques pedagógicos que buscan aprovechar las ventajas de las tecnologías digitales para crear experiencias educativas más interactivas, significativas y adaptadas a las necesidades de los estudiantes. Según lo planteado, puede afirmarse que, se basa en tres dimensiones para su diseño: dimensión tecnológica, que se relaciona con el potencial de los recursos informáticos; la dimensión psicopedagógica, que se orienta hacia recursos de diseño instruccional en relación con las actividades para la

enseñanza, el aprendizaje y la evaluación; y las prácticas de uso, que se orientan hacia la aplicación real de tecnologías de información en contextos específicos (Quijada & García, 2015).

- **Gestión del aprendizaje:** se concibe como los procesos que permiten la generación de decisiones y formas de explorar y comprender una compleja gama de posibilidades para aprender; esto supone una nueva forma de asumir la realidad (Ruiz et al., 2016).
- **Intervención tecnológica:** comprende el saber técnico, que con un enfoque educativo se refiere a la utilización de recursos tecnológicos con un valor pedagógico, que el docente le otorga al potenciar el aprendizaje del estudiante (Colorado Aguilar, 2014).
- **Modelo RASE:** contempla el diseño e implementación de recursos, actividades y evaluación, los cuatro componentes del modelo (Recursos, Actividades, Soporte y Evaluación) deben integrarse de forma holística a la práctica del docente. El modelo RASE puede ser visto desde dos perspectivas, desde el punto de vista instruccional, el modelo ayuda a los profesores a desarrollar un enfoque centrado en el estudiante, así como a integrar las tecnologías educativas y desde la perspectiva del aprendizaje, el modelo apoya a los estudiantes para que aprendan contenidos disciplinarios (Churchill et al., 2013).
- **Objeto de aprendizaje:** es un mediador pedagógico, diseñado intencionalmente para un propósito de aprendizaje y que sirve a los actores de las diversas modalidades educativas (Rodríguez citado en Bucheli et al., 2018).
- **Simuladores en educación:** son objetos de aprendizaje que, mediante un programa de software, intentan modelar parte de una réplica de los fenómenos de la realidad y su propósito es que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento (Díaz Pinzón, 2018).

## Apéndice C. Carta de presentación

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA  
DOCTORADO EN SISTEMAS Y AMBIENTES EDUCATIVOS



### **Estimado (a) Doctor (a):**

Ante todo, reciba un cordial saludo.

Por medio de la presente se le hace la invitación en calidad de experto para la validación del instrumento, elaborado con el fin de recolectar la información necesaria para la investigación titulada: **Estrategia tecnopedagógica mediada con simulador de circuitos electrónicos para mejorar el aprendizaje de electrónica**, la cual es realizada por la estudiante del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos (DSAE): Caroleny Eloiza Villalba Hernández.

Esperando de usted su valiosa colaboración, y sin otro particular a que hacer referencia, queda de usted.

Atentamente,

Caroleny Eloiza Villalba Hernández

### **Anexos:**

- Instrumento
- Tabla de Operacionalización
- Formato de Validación

## Apéndice D. Formato de validación para la bitácora

### 1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto:
Grado académico:
Profesión:
Institución donde labora:
Cargo que desempeña:

### 2. VALIDACIÓN

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios sobre los aspectos observables en la inmersión al campo	SI	NO
1. Claridad	Están redactados con un lenguaje apropiado que facilita la comprensión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Consistencia	Existe una organización lógica y relación teórica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Coherencia	Existe relación de las perspectivas y los aspectos por observar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Existe relación de los constructos, dimensiones e indicadores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1. Pertinencia	Permiten el logro del propósito relacionado con el diagnóstico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Suficiencia	Considera suficientes la cantidad de aspectos observables para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera el (los) aspectos observables que falta (n).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sugiere alguna dimensión que sea de aporte al instrumento, en caso de ser positiva su respuesta, indique en las observaciones generales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones generales:

Fecha:

VALIDEZ	
Aplicable	<input type="checkbox"/>
Aplicable atendiendo observaciones	<input type="checkbox"/>
No aplicable	<input type="checkbox"/>

## Apéndice E. Formato de validación para cuestionario y prueba objetiva

Aspectos relacionados con los ítems.

Nro.	Ítem Aspectos Específicos	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		SI	NO																		
1	La redacción del tema es clara																				
2	El ítem mide lo que pretende																				
3	El ítem pertenece a la dimensión indicada.																				
4	El ítem presenta coherencia con el indicador																				

Nro.	Aspectos Generales	SI	NO	Observaciones
5	El instrumento contiene instrucciones para responder			
6	Los ítems permiten el logro del objetivo relacionado con el diagnóstico			
7	Los ítems están presentados de una forma lógica y secuenciada.			
8	Sugiere alguna dimensión que sea de aporte al instrumento			
9	El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera el (los) ítems que falta (n).			

Observación General: \_\_\_\_\_

Validado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

VALIDEZ	
Aplicable	<input type="radio"/>
Aplicable atendiendo observaciones	<input type="radio"/>
No aplicable	<input type="radio"/>

## Apéndice F. Bitácora



### Instrumento: Bitácora Técnica: observación no participante

<b>Título de tesis:</b> estrategia tecnopedagógica mediada con simulador de circuitos electrónicos para mejorar el aprendizaje de electrónica.											
<b>Propósito:</b> Identificar las estrategias tecnológicas y pedagógicas empleadas la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación Electrónica.											
<b>Fase:</b> Exploratoria/Diagnóstica. <b>Fecha:</b> otoño 2021											
<b>Contexto:</b> Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).											
<b>Aplicación:</b> asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación Electrónica (MEIE)											
<b>Licenciaturas:</b> en electrónica, en Ingeniería en Energías Renovables, en Ingeniería en Sistemas Automotrices.											
<b>Semestres:</b> segundo y tercero	<b>Código:</b> ISAS-004										
<b>Modalidad:</b> En línea	<b>Horas de sesión de acompañamiento:</b> 6 horas semanales										
<b>Número de secciones:</b> 2	<b>Número de estudiantes matriculados:</b>										
<b>Perspectiva 1: intervención pedagógica empleada en el proceso de aprendizaje</b>											
<b>Asuntos por identificar.</b> Compromisos, desafíos, limitaciones que se presentan en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Estrategias centradas en el desarrollo de la naturaleza de los contenidos de aprendizaje conceptual. <b>Conceptuales:</b> tipos de actividades, los cuales se concretan en los siguientes: a) <i>Definición de significados</i> , donde se trata de que el alumno genere su definición. b) <i>Reconocimiento de la definición</i> , en el cual tendrá que seleccionar el significado correcto de un concepto entre varias posibilidades. c) <i>Exposición temática</i> , debe realizar una composición estructurada sobre un determinado tema. d) <i>Identificación y categorización de ejemplos</i> , exige saber reconocer ejemplos relacionados con un concepto. e) <i>Aplicación a la solución de problemas</i> , requiere la movilización de los conceptos aprendidos para resolver diferentes situaciones problemáticas.											
<b>Perspectiva 2: recurso tecnológico implementado en la asignatura</b>											
<b>Asuntos por identificar</b> 3. Principios de usabilidad del recurso tecnológico que implementan en la asignatura. Funcionalidad del recurso en aspectos como: realismo, interactividad, intuición como forma de exploración de los espacios de simulación. 4. Desafíos respecto al uso del recurso: disponibilidad, libre acceso. 5. Desarrollo de las siguientes dimensiones: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">- Trabajo colaborativo</td> <td style="width: 50%;">- Trabajo exploratorio</td> </tr> <tr> <td>- Inferencia</td> <td>- Aprendizaje por descubrimiento</td> </tr> <tr> <td>- Grado de autonomía</td> <td>- Desarrollo del pensamiento científico</td> </tr> <tr> <td>- Modificación de los procesos metacognitivos</td> <td>- Búsqueda y construcción de explicaciones</td> </tr> <tr> <td>- Confrontación del conocimiento</td> <td>- Desarrollo del pensamiento crítico</td> </tr> </table>		- Trabajo colaborativo	- Trabajo exploratorio	- Inferencia	- Aprendizaje por descubrimiento	- Grado de autonomía	- Desarrollo del pensamiento científico	- Modificación de los procesos metacognitivos	- Búsqueda y construcción de explicaciones	- Confrontación del conocimiento	- Desarrollo del pensamiento crítico
- Trabajo colaborativo	- Trabajo exploratorio										
- Inferencia	- Aprendizaje por descubrimiento										
- Grado de autonomía	- Desarrollo del pensamiento científico										
- Modificación de los procesos metacognitivos	- Búsqueda y construcción de explicaciones										
- Confrontación del conocimiento	- Desarrollo del pensamiento crítico										

**Tabla 1.** Operacionalización de constructos

<b>Instrumento: Bitácora</b>		<b>Técnica: observación no participante</b>	
<b>Propósito:</b> Identificar las estrategias tecnológicas y pedagógicas empleadas en el aprendizaje de electrónica.			
<b>Constructos</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Definición</b>	<b>Descriptor</b>
<b>Estrategias centradas en el desarrollo de la naturaleza de los contenidos</b>	Conceptual	Los contenidos conceptuales es el saber qué y está vinculado a la competencia referida al conocimiento de datos (información, hechos, sucesos, acontecimientos) y conceptos. (Díaz et al., 2002)	<b>Definición de significados</b> El/los estudiantes son capaces de escribir o describir verbalmente un concepto.
			<b>Reconocimiento de la definición</b> Entre diferentes posibles respuestas elige la definición más idónea ya sea en examen o en actividades.
			<b>Exposición temática</b> Es capaz de documentar, analizar, sintetizar y explicar información del tema asignado.
			<b>Aplicación de los conceptos en el proceso de solución de problemas</b> Cuando está en la actividad de resolución de problemas menciona conceptos generados en clase o procesos revisados en la investigación realizada por sí mismo o por pares.
			<b>Identificación y categorización de ejemplos</b> Entre diferentes posibles respuestas elige el ejemplo más idóneo ya sea en examen o en actividades.
<b>Recurso tecnológico implementado en la asignatura MEIE</b>	Uso del recurso tecnológico	Comprende el saber técnico, que con un enfoque educativo se refiere a la utilización de recursos tecnológicos con un valor pedagógico, que el docente le otorga al potenciar el aprendizaje del estudiante (Colorado Aguilar, 2014)	<b>Funcionalidad del recurso</b> El recurso permite guiar el aprendizaje, despierta la motivación, impulsa y crea interés por el contenido.
			<b>Desafíos respecto al uso del recurso</b> -El recurso permite que el/la estudiante explore y descubra por sí mismo los desafíos que presenta el simulador al momento de su uso. -El/los estudiantes identifican las causas de la dificultad en el uso del simulador, autogestionan la dificultad, es decir, el uso de estrategias superadoras y la retroalimentación de experiencias.
	Gestión del aprendizaje	Se concibe como los procesos que permiten la generación de decisiones y formas de explorar y comprender una compleja gama de posibilidades para aprender; esto supone una nueva forma de asumir la realidad. (Acosta & Riveros, 2012)	<b>Trabajo colaborativo</b> Los estudiantes trabajan intercambiando ideas para lograr un objetivo en común, comparten conocimientos, habilidades y actitudes.
			<b>Desarrollo del pensamiento crítico</b> El/los estudiantes son capaces de identificar y reconocer las relaciones entre diferentes fenómenos presentes en el circuito, hacen inferencias correctas, evalúan evidencias, proponen ideas y deducen conclusiones.
			<b>Trabajo exploratorio</b>

		<p>El/los estudiantes son capaces de tener un primer acercamiento al usar el simulador y llegan a familiarizarse con el recurso.</p>
		<p><b>Aprendizaje por descubrimiento</b> El/los estudiantes son capaces de adquirir conocimientos por sí mismos, respecto a la implementación del recurso.</p>
		<p><b>Desarrollo del pensamiento científico</b> El/los estudiantes con el uso del recurso son capaces de ejecutar habilidades de pensamiento como observar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear.</p>
		<p><b>Inferencia</b> El/los estudiantes son capaces de derivar conclusiones a partir de premisas.</p>
		<p><b>Grado de autonomía</b> El/los estudiantes presentan la capacidad de controlar, afrontar y toma decisiones al momento de usar el simulador.</p>
		<p><b>Búsqueda y construcción de explicaciones</b> El/los estudiantes presentan ideas de manera abierta, primero de forma individual y luego compartida al momento de utilizar el recurso.</p>
		<p><b>Modificación de los procesos metacognitivos</b> -El /los estudiantes conocen la manera como aprenden con el simulador y se hacen conscientes de las habilidades cognitivas (memoria, atención, percepción, creatividad y el pensamiento abstracto) que van adquiriendo, empleando el recurso.  -El /los estudiantes presentan autonomía y toma de conciencia como rasgos metacognitivos, las cuales se propician a partir de dar al estudiante la posibilidad de negociar los contenidos que debe aprender, utilizar adecuadamente los recursos y tomar decisiones sobre las soluciones de los problemas.</p>
		<p><b>Confrontación del conocimiento</b> El/los estudiantes sienten interés por mejorar o innovar lo que conocen para generar un nuevo conocimiento.</p>



## Apéndice G. Cuestionario dirigido a estudiantes

### Instrumento: Cuestionario 1

#### Técnica: Encuesta

<b>Título de tesis:</b> estrategia tecnopedagógica mediada con simulador de circuitos electrónicos para mejorar el aprendizaje de electrónica.	
<b>Propósito:</b> Conocer la percepción de los estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica.	
<b>Fase:</b> Exploratoria/Diagnóstica.	
<b>Contexto:</b> Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).	
<b>Aplicación:</b> asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación Electrónica (MEIE)	
<b>Licenciaturas:</b> en electrónica, en Ingeniería en Energías Renovables, en Ingeniería en Sistemas Automotrices.	
<b>Semestres:</b> segundo y tercero	<b>Código:</b> ISAS-004
<b>Tipo de preguntas:</b> abiertas y de opinión	<b>Fecha:</b> otoño 2021
<p><b>Observación:</b> La información que usted aporte es totalmente confidencial y será de utilidad para alcanzar los objetivos planteados; por lo que se agradece su colaboración y sinceridad. A continuación, se presenta el consentimiento informado. <a href="https://drive.google.com/file/d/1kbfhlnqFYDoJIOSN7xIMYK7kq7Rzaou6/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1kbfhlnqFYDoJIOSN7xIMYK7kq7Rzaou6/view?usp=sharing</a></p>	
1. ¿Fue de tu agrado emplear un simulador de circuitos eléctricos ? ¿Por qué?	
2. ¿Cuáles son las ventajas de emplear un simulador de circuitos eléctricos?	
3. ¿Fue interesante armar por ti mismo el circuito de forma virtual? ¿Por qué?	
4. ¿Ha empleado alguna vez algún simulador de circuitos eléctricos? ¿Cuál/es?	
5. ¿Al emplear el simulador pudiste entender mejor el contenido de la materia? ¿Por qué?	
6. ¿Consideras que el empleo del simulador es una alternativa para complementar el desarrollo de las clases de electrónica? ¿Por qué?	
7. ¿La implementación del simulador te permite desarrollar actividades cooperativas a pesar del distanciamiento social? ¿Por qué?	
8. ¿Consideras que el uso del simulador te permite establecer un análisis de los circuitos acercándote al mundo real? ¿Por qué?	
9. ¿Cuáles fueron tus limitaciones o restricciones al usar el simulador?	
10. ¿Consideras que el uso de un simulador podría sustituir prácticas de laboratorio? ¿Por qué?	
<p>Gracias por su colaboración. Por su disposición y tiempo para contestar</p>	

**Tabla 2.** Operacionalización de constructos

<b>Instrumento:</b> cuestionario exploratorio		<b>Técnica:</b> encuesta		
<b>Constructos</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>
Percepción de los estudiantes frente al uso del recurso	Actitudinal	La actitud es un conocimiento de tipo declarativo, es decir, que el sujeto puede verbalizar, conducen a principios o conceptos éticos que permiten inferir un juicio sobre las conductas y su sentido.	Curiosidad y motivación ante la implementación del recurso.	1,3
			Adaptación y satisfacción académica.	2
			Experiencias innovadoras e interactivas.	4
	Pedagógica	Hace referencia a los propósitos y a los contenidos de la enseñanza, a la concepción del alumno y el docente, del aprendizaje, de la relación pedagógica; que conlleva a la confirmación de un vínculo con el conocimiento, las estrategias didácticas y la evaluación.	Aprendizajes adquiridos con el empleo del simulador.	5,6
			Desarrollo actividades colaborativas.	7
	Simulador de circuitos como recurso tecnológico	Tecnológica	Se refiere al apoyo que se da al proceso de aprendizaje del estudiante con el uso de las herramientas de la plataforma y otras tecnologías de la información y la comunicación.	Entrenamiento a un entorno similar al real.
Límites y restricciones en el uso del recurso				9,10



## Apéndice H. Cuestionario dirigido a docentes

### Instrumento: Cuestionario 2

#### Técnica: Encuesta

<b>Propósito:</b> Conocer la intervención pedagógica y tecnológica empleada en el proceso de enseñanza de electrónica.	
<b>Contexto:</b> Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).	
<b>Aplicada a:</b> Profesores de electrónica de la asignatura de Metrología Eléctrica e instrumentación en electrónica (MEIE).	
<b>Nombre completo:</b>	<b>Fecha:</b> febrero 2022
<b>Profesión/área de investigación:</b>	<b>Último grado de estudios:</b>
<b>Instrucciones:</b> Estimado Doctor (a), la presente entrevista tiene como finalidad recabar información necesaria y pertinente relacionada con la investigación titulada: <b>estrategia tecnopedagógica mediada con simulador de circuitos electrónicos para mejorar el aprendizaje de electrónica</b> . La información que usted aporte es totalmente confidencial y será de utilidad para alcanzar los objetivos planteados; por lo que se agradece su colaboración y sinceridad. Consentimiento informado: <a href="https://docs.google.com/document/d/1OVsoIQwtyDbkdArF73bwVuYmjSZLOKDZ/edit">https://docs.google.com/document/d/1OVsoIQwtyDbkdArF73bwVuYmjSZLOKDZ/edit</a>	
1.- ¿Cuáles contenidos de la asignatura representan mayor complejidad para sus estudiantes?	
2.- ¿Cuáles son los contenidos con mayor complejidad de aprendizaje en electrónica que ha podido identificar en sus estudiantes desde una perspectiva conceptual?	
3.- ¿Cuáles son los contenidos con mayor complejidad de aprendizaje en electrónica que ha podido identificar en sus estudiantes desde una perspectiva procedimental?	
4.- ¿Cuáles son los contenidos con mayor complejidad de aprendizaje en electrónica que ha podido identificar en sus estudiantes desde una perspectiva actitudinal?	
5.- ¿Cuáles son las estrategias de enseñanza que aplica en sus clases cuando imparte esos contenidos de mayor complejidad para los estudiantes?, ¿Qué criterios emplea?	
6.- ¿Cuáles son las necesidades pedagógicas que percibe en su práctica docente?	
7.- Describa una estrategia que considere pueda favorecer el aprendizaje en la asignatura que imparte.	
8.- ¿Cuáles son los simuladores que emplea para gestionar sus clases de electrónica, ¿Qué criterios emplea en la selección del simulador?	
9.- ¿Qué factores determinan que un simulador se utilice o no con fines didácticos?	
10.-¿Cómo se aborda el trabajo colaborativo en clases con el uso de los simuladores?	
11.- ¿Considera necesario incluir ejemplos y tutoriales del software de simulación en los contenidos temáticos que imparte? ¿Usted los incluye? ¿Por qué?	
12. ¿Cuáles son los elementos gráficos de los simuladores que usted considera ayudan en el aprendizaje?	
13. ¿Cuáles elementos empleados en el simulador permiten generar escenarios realistas?	
14. ¿Cuáles aspectos del simulador que emplea le permiten al estudiante la corrección de errores cometidos en los ejercicios?	
15. ¿Qué características del simulador le permiten al estudiante un aprovechamiento eficiente y la retroalimentación durante el aprendizaje?	
16. ¿Cuáles son las limitaciones del simulador que utiliza desde la perspectiva de la enseñanza?	
17. ¿Cuáles tipos de contenido no pueden ser abordados con el software de simulación?	
Gracias por su colaboración.	

**Tabla 3.** Operacionalización de constructos

<b>Instrumento:</b> cuestionario 2		<b>Técnica:</b> encuesta		
<b>Constructos</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Definición</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Preguntas</b>
Intervención pedagógica	Gestión del aprendizaje	Se concibe como los procesos que permiten la generación de decisiones y formas de explorar y comprender una compleja gama de posibilidades para aprender; esto supone una nueva forma de asumir la realidad. (Acosta & Riveros, 2012)	Contenidos de mayor complejidad	1
			Identificación de las necesidades en el aprendizaje y en la enseñanza	2-3-4-6
			Vías de solución o promoción del aprendizaje	5-7
Intervención tecnológica	Uso del recurso tecnológico	Comprende el saber técnico, que con un enfoque educativo se refiere a la utilización de recursos tecnológicos con un valor pedagógico, que el docente le otorga al potenciar el aprendizaje del estudiante (Colorado Aguilar, 2014)	Facilidad del uso del recurso	8-9-10-11-12-13-14-15
			Limitaciones del uso del recurso	16-17

## Apéndice I. Guía de curaduría de contenidos

NRO.	CRITERIOS	MÓDULO 1 Introducción a los sistemas de medida					MÓDULO 2 Instrumentos de medición					MÓDULO 3 Sensores y acondicionamiento de señal para sensores resistivos				
		RECURSOS														
		T1	T2	T3	V1	V2	T1	T2	T3	V1	V2	T1	T2	T3	V1	V2
1	El autor/a se identifica o menciona en el recurso (persona / institución)															
2	El autor/a se caracteriza por su relevancia académica y está calificado para hablar del tema															
3	Existen datos de autor/es para su seguimiento y/o contacto (email, redes sociales, teléfono)															
4	Cuenta con una introducción o presentación de la temática a abordar															
5	El contenido / recurso cubre las expectativas planteadas en el propósito, objetivo, descripción o introducción del recurso															
6	El contenido presenta relación con el título / temática planteada															
7	El vocabulario utilizado es sencillo y comprensible, utilizando términos y conceptos de fácil comprensión para el público meta.															
8	El contenido resulta fiable y comprensible															
9	Se muestra exento de errores ortográficos y gramaticales															
10	El recurso presenta los contenidos mejorando la experiencia educativa / de aprendizaje															
11	El tiempo del video es adecuado para mantener la atención del estudiante															
12	Cuenta con una estructura adecuada (título, introducción, subtítulos, citas, conclusión, enlaces, referencias)															
13	Incorpora ilustraciones, gráficas, diagramas, mapas, fotografías, entre otros para ejemplificar el contenido															
14																
15																

En caso, de que considere anexar algún otro criterio, siéntase en libertad de sugerirlo y valorarlo en la fila 14 y 15. Muchas gracias.

**Observaciones generales:**

## Apéndice J. Cuestionario de usabilidad en sistemas informáticos

### Instrumento: Cuestionario de usabilidad en sistemas informáticos (CSUQ) Técnica: Encuesta

*Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*

ISSN: 2007-9915

#### Apéndice

#### CUESTIONARIO DE USABILIDAD EN SISTEMAS INFORMÁTICOS (CSUQ)

	Totalmente en			Totalmente de			
	desacuerdo					acuerdo	
	1	2	3	4	5	6	7
1 En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar este sitio web.	<input type="radio"/>						
2 Fue simple usar este sitio web.	<input type="radio"/>						
3 Soy capaz de completar mi trabajo rápidamente utilizando este sitio web.	<input type="radio"/>						
4 Me siento cómodo utilizando este sitio web.	<input type="radio"/>						
5 Fue fácil aprender a utilizar este sitio web.	<input type="radio"/>						
6 Creo que me volví experto rápidamente utilizando este sitio web.	<input type="radio"/>						
7 El sitio web muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver los problemas.	<input type="radio"/>						
8 Cada vez que cometo un error utilizando el sitio web, lo resuelvo fácil y rápidamente	<input type="radio"/>						
9 La información (como ayuda en línea, mensajes en pantalla y otra documentación) que provee este sitio web es clara.	<input type="radio"/>						
10 Es fácil encontrar en el sitio web la información que necesito.	<input type="radio"/>						
11 La información que proporciona el sitio web fue efectiva ayudándome a completar las tareas.	<input type="radio"/>						
12 La organización de la información del sitio web en la pantalla fue clara.	<input type="radio"/>						
13 La interfaz del sitio web fue placentera.	<input type="radio"/>						
14 Me gustó utilizar el sitio web.	<input type="radio"/>						
15 El sitio web tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.	<input type="radio"/>						
16 En general, estuve satisfecho con el sitio web.	<input type="radio"/>						



## Apéndice K. Prueba Objetiva

### Instrumento: Prueba Objetiva Técnica: Encuesta

Fecha de aplicación: \_\_\_\_\_

Materia: Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica.

#### Datos generales:

- Promedio académico del estudiante: \_\_\_\_\_
- Carrera a la que pertenece: \_\_\_\_\_
- Correo electrónico: \_\_\_\_\_
- Cuentas con laptop en tus clases presenciales: sí \_\_ no \_\_
- Conoces del simulador Tinkercad: sí \_\_ no \_\_

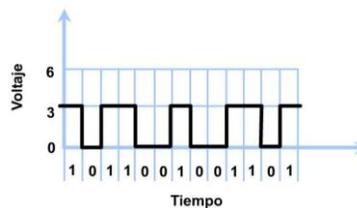
**Instrucciones:** la prueba consta de 35 declaraciones de corte conceptual con varias opciones donde solo una es la correcta. La duración de la prueba es de 35 min. Se te pide contestar todas las preguntas con total honestidad. Para las siguientes declaraciones marca con una equis (x) la respuesta que consideres correcta.

#### Declaraciones:

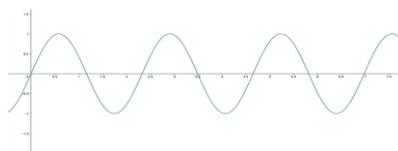
1. Dispositivo capaz de realizar mediciones de carácter electrónico como medir resistencia, voltaje, corriente, continuidad entre otras.
  - a) Capacitometro.
  - b) Multímetro
  - c) Amperímetro
  - d) Óhmetro
2. Clases de Multímetros
  - a) Digital y octal
  - b) Analógicos y binarios
  - c) Digital y analógicos
  - d) Unarios y digital
3. Es un instrumento que se utiliza para medir resistencia eléctrica (la oposición a una corriente eléctrica).
  - a) Óhmetro
  - b) Amperímetro
  - c) Galvanómetro
  - d) Voltímetro
4. Son aparatos que se emplean para indicar el paso de corriente eléctrica por un circuito y para la medida precisa de su intensidad. Suelen estar basados en los efectos magnéticos o térmicos causados por el paso de la corriente.
  - a) Óhmetro
  - b) Osciloscopio
  - c) Galvanómetro
  - d) Multímetro

5. Instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo, que permite visualizar fenómenos transitorios, así como formas de ondas en circuitos eléctricos y electrónicos y mediante su análisis se puede diagnosticar con facilidad cuáles son los problemas del funcionamiento de un determinado circuito.
  - a) Frecuencímetro
  - b) Wattmetro
  - c) Multímetro
  - d) Osciloscopio
  
6. Es un resistor eléctrico con un valor de resistencia variable y generalmente ajustable manualmente.
  - a) Potenciómetro
  - b) Resistencias de carbón
  - c) Resistencia SMD
  - d) Resistencias fijas
  
7. ¿Qué aparato de medición se usa para medir la tensión eléctrica?
  - a) Amperímetro
  - b) Óhmetro
  - c) Voltímetro
  - d) Telurímetro
  
8. Para medir resistencias ¿cómo se deben de colocar las puntas de prueba del multímetro?
  - a) En serie con el elemento a medir
  - b) En paralelo con el elemento a medir, sin sacarlo del circuito
  - c) En paralelo con el elemento a medir y desconectado del circuito
  - d) No indicará nada porque se habrá fundido el fusible de protección.
  
9. ¿Qué es un circuito en serie?
  - a) Circuito en el que la corriente eléctrica se bifurca en cada nodo
  - b) Circuito eléctrico que tiene una combinación de elementos tanto en serie como en paralelos
  - c) Circuito en el que la corriente eléctrica solo tiene un solo camino para llegar al punto de partida, sin importar los elementos intermedios.
  - d) Es un circuito abierto que debemos siempre evitar
  
10. Cuando hablamos de conversión de unidades nos referimos a:
  - a) El sistema de unidades mundialmente más usado
  - b) El cambio de instrumentos y equipos de medición y verificación
  - c) Las primeras formas en que se realizaban las medidas.
  - d) La transformación de un valor numérico de una magnitud en otro equivalente

11. Identifique la siguiente señal :
  - a) Señal digital
  - b) Señal analógica
  - c) Señal óptica monomodo
  - d) Señal eléctrica pulsante

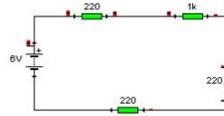


12. Identifique la siguiente señal :
  - a) Señal analógica
  - b) Señal óptica monomodo
  - c) Señal eléctrica pulsante
  - d) Señal digital



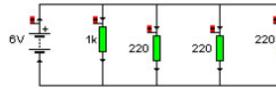
13. ¿De qué tipo es el circuito?

- a) mixto
- b) en serie
- c) paralelo
- d) ninguno de los anteriores



14. ¿De qué tipo es el circuito?

- a) mixto
- b) en serie
- c) ninguno
- d) paralelo



15. Dos elementos están conectados en PARALELO cuando:

- a) Comparten solamente dos NODOS
- b) Comparten al menos dos NODOS
- c) Comparten solamente un nodo
- d) Comparten al menos un nodo

16. Dos elementos están conectados en SERIE cuando:

- a) Comparten solamente dos NODOS
- b) Comparten al menos dos NODOS
- c) Comparten solamente un nodo
- d) Comparten al menos un nodo

17. El enunciado: "En cualquier nodo, la suma de las corrientes que entran en ese nodo es igual a la suma de las corrientes que salen", es la base de:

- a) La ley de las Mallas
- b) Ley de los Voltajes
- c) Ley de las corrientes
- d) Ninguna de las anteriores

18. Es un camino cerrado formado por elementos de circuitos:

- a) Nodo
- b) Malla
- c) Corriente
- d) Voltaje

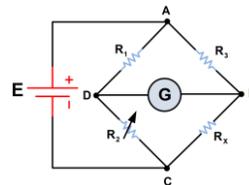
19. Su enunciado establece que: "En un circuito cerrado, la suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión total suministrada"

- a) Ley de las Corrientes
- b) Ley de las Mallas
- c) Leyes de Kirchhoff
- d) Ninguna de las Anteriores

20. ¿Cuál es la ley que afirma que la corriente que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia siempre y cuando su temperatura se mantenga constante?

- a) Ley de Faraday
- b) Ley de Ohm

- c) Ley de Kirchoff  
d) Ley de Poisson
21. ¿Cuál es la fuerza electromotriz con la cual los electrones son movidos a través de un medio conductor o semiconductor?  
a) Masa  
b) Resistencia  
c) Voltaje  
d) Corriente eléctrica
22. Es la magnitud eléctrica que relaciona la oposición al flujo de corriente eléctrica:  
a) Voltaje  
b) Corriente eléctrica  
c) Resistencia eléctrica  
d) Vatios
23. Es un arreglo de cuatro resistencias para determinar el valor de una resistencia desconocida.  
a) Transformada de Laplace  
b) Puente de Wheatstone  
c) Acondicionamiento de señal  
d) Transformación de señal
24. El potenciómetro es un tipo de sensor que varía su conductividad por:  
a) Fuerza electromotriz  
b) Accionamiento mecánico  
c) Campo electromagnético  
d) Accionamiento neumático
25. El proceso de transformación de una señal analógica a digital en el vehículo es llamado:  
a) Transformada de Laplace  
b) Transformación binaria  
c) Acondicionamiento de señal  
d) Transformación de señal
26. Esta configuración representa:  
a) Transformada de Laplace  
b) Puente de Wheatstone  
c) Acondicionamiento de señal  
d) Transformación de señal



27. Para recibir información del proceso y analizarla en la unidad de control, utilizamos  
a) Sensores  
b) Transductores  
c) Actuadores  
d) Botoneras
28. Para entregar enviar ordenes al proceso, que se definen en la unidad de control, utilizamos:  
a) Sensores  
b) Transductores  
c) Actuadores  
d) Botoneras
29. El sensor de temperatura funciona:

- a) Son resistencias que asciende con la temperatura, si aumenta se denomina termistor PTC, si disminuye se denomina termistor NTC
  - b) Un conductor de corriente induce el flujo de corriente en otro conductor
  - c) Genera un campo eléctrico, cuando un objeto entra al campo cambia la distancia entre las dos placas y esto se puede medir.
  - d) Necesita un emisor que mande una señal en forma de luz, un receptor que reciba la señal.
30. El sensor capacitivo funciona:
- a) Son resistencias que asciende con la temperatura, si aumenta se denomina termistor PTC, si disminuye se denomina termistor NTC
  - b) Un conductor de corriente induce el flujo de corriente en otro conductor
  - c) Genera un campo eléctrico, cuando un objeto entra al campo cambia la distancia entre las dos placas y esto se puede medir.
  - d) Necesita un emisor que mande una señal en forma de luz, un receptor que reciba la señal.
31. El sensor inductivo funciona:
- a) Son resistencias que asciende con la temperatura, si aumenta se denomina termistor PTC, si disminuye se denomina termistor NTC
  - b) Un conductor de corriente induce el flujo de corriente en otro conductor
  - c) Genera un campo eléctrico, cuando un objeto entra al campo cambia la distancia entre las dos placas y esto se puede medir.
  - d) Necesita un emisor que mande una señal en forma de luz, un receptor que reciba la señal.
32. ¿Como funcionan los sensores piezoeléctricos en la medición de presión?
- a) El nivel del fluido incrementa la presión.
  - b) El material se deforma y eso produce una diferencia de voltaje.
  - c) Tienen un elemento elástico que varía la resistencia de un potenciómetro en función de la presión.
  - d) Ninguna de las anteriores.
33. ¿Como funcionan los sensores capacitivos en la medición de presión?
- a) El nivel del fluido incrementa la presión.
  - b) El material se deforma y eso produce una diferencia de voltaje.
  - c) La presión se mide mediante el cambio en la capacitancia de un elemento del sensor.
  - d) Ninguna de las anteriores.
34. ¿Como funcionan los sensores resistivos en la medición de presión?
- a) El nivel del fluido incrementa la presión.
  - b) El material se deforma y eso produce una diferencia de voltaje.
  - c) Tienen un elemento elástico que varía la resistencia de un potenciómetro en función de la presión.
  - d) Ninguna de las anteriores.
35. El sensor óptico funciona:
- a) Son resistencias que asciende con la temperatura, si aumenta se denomina termistor PTC.
  - b) Un conductor de corriente induce el flujo de corriente en otro conductor
  - c) Genera un campo eléctrico, cuando un objeto entra al campo cambia la distancia entre las dos placas y esto se puede medir.
  - d) Necesita un emisor que mande una señal en forma de luz, un receptor que reciba la señal.

## Apéndice L. Consentimiento informado

Estimado estudiante, se solicita tu participación en la colecta de datos del proyecto titulado: Estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica. Caso: estudiantes de ingeniería de segundo y tercer semestre de una institución pública de Educación Superior. Este estudio es llevado a cabo por la Mtra. Caroleny Eloiza Villalba Hernández, quien es estudiante del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos (DSAE) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Se busca contribuir en el contexto de la asignatura de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica al analizar si el diseño, desarrollo e implementación de una estrategia tecnopedagógica tiene incidencia en el aprendizaje de los contenidos conceptuales. Como parte de este proceso, tu participación es muy valiosa al responder a esta prueba de conocimiento que más adelante se presenta.

Ha sido invitada/o a formar parte de las personas que responderán al cuestionario, porque formas parte de los estudiantes matriculados en la materia Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica, en este sentido te solicitamos leer y realizar cualquier pregunta que pueda surgir antes de firmar tu consentimiento.

### Aclaraciones

- Tu participación no afectará tu evaluación, es decir, no repercutirá en ella.
- Tu decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable, en caso de no aceptar la participación.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- Los datos solicitados serán manejados con absoluta discreción y confiabilidad.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la carta de consentimiento informado que forma parte de este documento.

### Consentimiento informado

Yo, \_\_\_\_\_, estudiante de la materia de Metrología Eléctrica e Instrumentación en Electrónica de la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), acepto participar de forma voluntaria luego de haber leído y comprendido la información anterior. Declaro que mis preguntas han sido contestadas.

Lugar:

Fecha: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2023

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

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

## Apéndice M. Tabla de congruencia

Objetivo Específico	Preguntas de investigación	Perspectiva Teórica	Perspectiva Metodológica	Instrumentos de recolección de datos	Tipo de análisis	Resultados
<b>OE1:</b> Conocer la percepción de los y las estudiantes frente a la implementación de simuladores de circuitos electrónicos en su proceso de aprendizaje de electrónica.	<p><b>Fase cualitativa</b></p> <p><b>PI1:</b> ¿Qué contribuciones presenta la implementación de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería para aprender conceptos de electrónica?</p> <p><b>Fase cuantitativa</b></p> <p><b>PI2:</b> ¿Cuál es el impacto de una estrategia tecnopedagógica en el desempeño académico de los y las estudiantes de ingeniería en el aprendizaje de conceptos de electrónica?</p>	<p>Teoría del constructivismo atendiendo los contenidos de aprendizaje de César Coll.</p> <p>Teoría del construccionismo de Seymour Papert.</p>	<p>Estudio mixto</p> <p>Estrategia exploratoria secuencial</p>	Cuestionario 1 dirigido a los y las estudiantes de MEIE	<p>Análisis del discurso</p> <p><i>Chandra y Shang (2017)</i>.</p> <p>Codificación inductiva y categorías de abstracción</p>	<p><b>Categoría 1</b> Simuladores empleados y conocidos.</p> <p><b>Categoría 2</b> Posibilidades de aprendizaje con el empleo del simulador.</p> <p><b>Categoría 3:</b> Actividades de aprendizaje con el uso del recurso tecnológico.</p>
<b>OE2:</b> Identificar las estrategias tecnológicas y pedagógicas empleadas en la enseñanza de la electrónica.				Cuestionario 2 dirigido a los y las docentes de MEIE		<p><b>Dimensión teórica 1</b> intervención pedagógica.</p> <p><b>Dimensión teórica 2</b> intervención tecnológica.</p>
<b>OE3:</b> Diseñar la estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de conceptos de electrónica de los sujetos de estudio.				Rúbrica de curaduría digital. Criterios para curaduría de recursos educativos.	Frecuencias porcentuales de acuerdos entre jueces expertos	Propuesta de la estrategia tecnopedagógica empleando Modelo ADDIE y RASE
<b>OE4:</b> Implementar la estrategia tecnopedagógica en el aprendizaje de electrónica en la asignatura MEIE para el aprendizaje de conceptos de electrónica de los sujetos de estudio.				Computer System Usability Questionnaire CSUQ (Hedlefs et al., 2015)	<p>Escala de Likert del 1-7, siendo 1: totalmente en desacuerdo y 7: totalmente de acuerdo</p>	<p>Tendencia de resultados hacia escalas mayores a 4, lo que refleja que más del 50% de las respuestas indican satisfacción con el uso de la estrategia tecnopedagógica. Específicamente en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Facilidad de uso.</li> <li>○ Claridad de la información.</li> <li>○ Acceso a la información necesaria.</li> <li>○ Comodidad en el uso.</li> </ul> <p>Existen aspectos a mejorar en cuanto a la capacidad para completar trabajos rápidamente y resolución de problemas mediante mensajes de error en la plataforma.</p>
	Focus group Registro en notas de campo, Bitácora.	Códigos in vivo y Categorías	<p><b>Dimensión teórica 1.</b> Uso del centro virtual de aprendizaje.</p> <p><b>Dimensión teórica 2.</b> Gestión del aprendizaje.</p>			

<p><b>OE5:</b> Contrastar las experiencias de aprendizajes tradicionales frente a las presentadas con la implementación de la estrategia tecnopedagógica empleada en la asignatura MEIE.</p>		<p>Teoría del constructivismo atendiendo los contenidos de aprendizaje de César Coll.</p> <p>Teoría del construccionismo de Seymour Papert.</p>	<p>Estudio mixto Estrategia exploratoria secuencial</p>	<p>Prueba objetiva (Pretest y Postest)</p>	<p>Prueba estadística t de Student</p>	<p><b>Calificaciones</b> <b>Pretest</b> Grupo control: 6.12 pts. Grupo experimental: 5.71 pts. <b>Postest</b> Grupo control: 6.42 pts. Grupo experimental: 7.05 pts.</p>
					<p>Pruebas de normalidad</p>	<p><b>Pretest</b> Grupo control p-value: 0.43 Grupo experimental p-value: 0.08</p> <p><b>Postest</b> Grupo control p-value: 0.06905 Grupo experimental p-value: 0.1936</p> <p>Se verifica el supuesto de normalidad de los datos.</p>
					<p>Prueba de hipótesis</p>	<p><b>Pretest</b> p-value 0.1322 &gt; 0.05</p> <p>Esto indica que, antes de la intervención, no se detectan diferencias significativas en la media de las calificaciones entre el grupo control y el experimental.</p> <p><b>Postest</b> <b>p-value 0.02793 ≤ 0.05</b></p> <p>Esto sugiere que, en el postest, se observaron cambios significativos entre los grupos control y experimental, lo que indica que la media de las calificaciones entre ambos grupos después de la intervención fue distinta.</p>